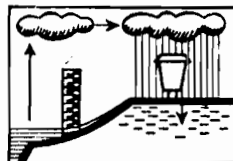


REPUBLIQUE DE
HAUTE - VOLTA

CENTRE ORSTOM DE OUAGADOUGOU
Section d'Hydrologie



**ETUDE HYDROLOGIQUE DES PLAINES
DE NIENA - DIONKELE ET
FOULASSO - LELASSO**

7. RAPPORT DEFINITIF

TOME 7



J. M. LAMACHERE

SEPTEMBRE 1984

Republique de Haute-Volta
Direction de l'hydraulique
et de l'équipement rural

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer.

Centre O.R.S.T.O.M.
OUAGADOUGOU B.P. 182
Haute-Volta.

ETUDE HYDROLOGIQUE DES PLAINES
DE NIENA-DIONKELE ET FOULASSO-LELASSO

Rapport définitif

tome 7.

LAMACHERE J.M.

Septembre 1984.

Cette étude est réalisée à la demande du Projet de développement
Rizicole de Niéna-Dionkélé (marché n° 74/81/MEP/HER) en collaboration
avec le Service de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural.

Etude hydrologique des plaines de NIENA-DIONKELE.
et FOULASSO-LELASSO.

Sommaire	tome 7	<u>pages</u>
Introduction -----		1 à 3
<u>Chapitre 1.</u> -----		4 à 32
<u>Généralités</u>		
1.1. <u>Relief</u> -----		<u>5 à 9</u>
1.1.1. Les collines -----		5 à 6
1.1.2. Les dépressions -----		6
1.1.3. Hydrographie -----		6 à 7
. carte de situation figure n° 1 -----		8
. carte topographique figure n° 2 -----		9
1.2. <u>Géologie</u> -----		<u>10 à 13</u>
1.2.1. Les formations sédimentaires -----		10 à 11
1.2.2. Les formations volcaniques -----		11
1.2.3. Les formations latéritiques -----		11 à 12
1.2.4. Les alluvions -----		12
. carte géologique figure n° 3 -----		13
1.3. <u>Pédologie</u> -----		<u>14 à 16</u>
1.3.1. Les sols peu évolués ou lithosols sur cuirasses -----		14
1.3.2. Les sols ferrugineux tropicaux -----		14
1.3.3. Les sols hydromorphes -----		14 à 15
. carte pédologique figure n° 4 -----		16
. coupe transversale EST - OUEST figure n° 5 -----		17
1.4. <u>Végétation</u> -----		<u>18</u>
1.4.1. Végétation naturelle		
1.4.2. Les cultures		

	<u>Pages</u>
1.5 <u>Le climat</u>	<u>19 à 32</u>
• carte des pluviométries moyennes interannuelles figure n° 6 -----	20
1.5.1. les températures-----	21 à 24
<u>Tableau n° 1</u> - températures maximales moyennes mensuelles -----	22
<u>Tableau n° 2</u> - températures minimales moyennes mensuelles -----	22
<u>Tableau n° 3</u> - températures moyennes mensuelles-----	23
<u>Tableau n° 4</u> - amplitudes thermiques moyennes mensuelles-----	23
• diagramme des températures figure n° 7 -----	24
1.5.2. les vents et l'humidité -----	25 à 27
<u>Tableau n° 5</u> - directions moyennes mensuelles des vents à N'DOROLA	26
<u>Tableau n° 6</u> - vitesse moyenne mensuelle du vent au poste de KARAMASSASSO - N 'DOROLA -----	27
<u>Tableau n° 7</u> - humidité relative moyenne mensuelle à 18 h au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA -----	27
1.5.3. évaporation, évapotranspiration et pluviométrie	28 à 31
<u>Tableau n° 8</u> - pluviométrie mensuelle en mm au poste de N'DOROLA ----	29
<u>Tableau n° 9</u> - évaporation mensuelle au bac COLORADO en mm au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA -----	29
<u>Tableau n° 11</u> - évapotranspiration potentielle PENMANN en mm au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA -----	30
• répartition mensuelle des pluies, de l'évaporation, de l'évapotranspiration à N'DOROLA figure n° 8 -----	31
1.5.4. l'insolation -----	32
<u>Tableau n° 10</u> - insolation mensuelle en heures au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA -----	30
• répartition mensuelle de l'insolation figure n° 8 -----	31

	<u>Pages</u>
<u>Chapitre 2.</u> -----	<u>33 à 48</u>
Les équipements pluviométriques et hydrométri- ques	
2.1. <u>installations pluviométriques</u> -----	<u>35 à 41</u>
2.1.1. historique -----	35
2.1.2. localisation et équipements -----	36 à 40
<u>Tableau n° 12</u> - inventaire des équipements pluviométriques -----	37 à 38
. équipements 1974 - 76 - figure n° 9 -----	39
. équipements 1981 - 83 - figure n°10 -----	40
2.1.3. fréquence des relevés -----	41
2.2. <u>installations hydrométriques et observations</u> -----	<u>42 à 48</u>
2.2.1. historique des équipements -----	42 à 45
<u>Tableau n°13</u> - équipements hydrométriques réalisés en 1954 - 55 ---	43
<u>Tableau n°14</u> - équipements hydrométriques réalisés en 1974 -----	44
<u>Tableau n°15</u> - équipements hydrométriques réalisés en 1981 -----	45
2.2.2. historique des observations -----	46 à 48
<u>Chapitre 3.</u> -----	<u>49 à 79</u>
pluviométrie dans la région de N'DOROLA	
3.1. <u>pluviométrie annuelle</u> -----	<u>50 à 69</u>
3.1.1. pluviométrie annuelle aux postes de longue durée -----	50 à 58
<u>Tableau n°16</u> - historique des postes pluviométriques -----	52
<u>Tableau n°17</u> - pluviométries annuelles aux postes de N'DOROLA - DIONKELE et BOBO-DIOULASSO -----	53
<u>Tableau n°18</u> - pluviométries annuelles aux postes longues durées -----	54
. doubles cumuls des pluies annuelles à N'DOROLA et à BOBO-DIOULASSO figure n° 11 -----	55

	<u>Pages</u>
• doubles cumuls des pluies annuelles à N'DOROLA et KOURROUMA figure n° 12 -----	55
• doubles cumuls des pluies annuelles à N'DOROLA et SAMOROGOUAN figure n° 13 -----	56
• corrélation entre pluies annuelles des postes de KOURROUMA et N'DOROLA figure n° 14 -----	57
• corrélation entre pluies annuelles des postes de SAMOROGOUAN et N'DOROLA figure n° 15 -----	58
3.1.2. statistiques des pluviométries annuelles -----	59 à 64
<u>Tableau n°19</u> - étude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de N'DOROLA -----	60
<u>Tableau n°20</u> - étude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de KOURROUMA -----	61
<u>Tableau n°21</u> - étude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de SAMOROGOUAN -----	62
• ajustement statistique des pluies annuelles au poste de N'DOROLA figure n° 16 -----	63
• ajustement statistique des pluies annuelles aux postes de KOURROUMA et SAMOROGOUAN figure n° 17 -----	64
3.1.3. pluviométrie annuelle aux postes pluviométriques de la région de N'DOROLA sur les périodes 1974 - 76 et 1981 - 83 -----	65 à 69
<u>Tableau n°22</u> - pluviométrie d'avril à octobre sur le bassin versant du LONGO à NIAMANA -----	66
<u>Tableau n°23</u> - comparaison des pluviométries annuelles et des pluviométries d'avril à octobre aux postes de N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGOUAN -----	67
<u>Tableau n°24</u> - estimation de la pluviométrie annuelle du bassin du LONGO -----	68

	<u>Pages</u>
• isohyètes interannuelles 1981 - 83 figure n° 18-----	69
3.2. <u>pluviométrie mensuelle</u> -----	<u>70 à 76</u>
3.2.1. pluviométries mensuelles observées aux postes de longue durée -----	70
<u>Tableau n°25</u> - pluviométrie mensuelle au poste de N'DOROLA -----	71
<u>Tableau n°26</u> - pluviométrie mensuelle au poste de KOURROUMA -----	72
<u>Tableau n°27</u> - pluviométrie mensuelle au poste de SAMOROGOUAN -----	73
3.2.2. pluviométries mensuelles observées dans la région de N'DOROLA sur les périodes 1974 - 76 et 1981 - 83 -----	70
3.2.3. statistiques des pluviométries mensuelles au poste de N'DOROLA -----	74 à 76
<u>Tableau n°28</u> - statistiques des pluviométries mensuelles au poste de N'DOROLA -----	75
• étude fréquentielle des pluies mensuelles au poste de N'DOROLA figure n° 19 -----	76
3.3. <u>pluviométries journalières maximales au poste de N'DOROLA.</u>	<u>77 à 79</u>
<u>Tableau n°29</u> - étude statistique des pluviométries journalières maximales annuelles au poste de N'DOROLA - DIONKELE	78
• ajustement graphique des pluviométries journalières au poste de N'DOROLA figure n° 20 -----	79

	<u>Pages</u>
Première partie (tome 7) -----	80 à 171
A	
Hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE et de ses affluents.	

<u>Chapitre 4.</u> Hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE -----	<u>81 à 171</u>
4.1. <u>Etude de l'émissaire SESSE à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.</u> -----	<u>82 à 88</u>
4.1.1. Profil en long de la rivière SESSE -----	82 à 83
• Profil en long du lit de la rivière SESSE figure n° 21 -----	83
4.1.2. Relevés comparés des niveaux d'eau dans le bief KARAMASSASSO - FANBERELA -----	84 à 85
4.1.3. Estimation des débits évacués par l'ouvrage hydraulique de KARAMASSASSO -----	86 à 88
• Courbe de tarage à l'aval de KARAMASSASSO figure n° 22 -----	87
4.2. <u>Etude des apports au barrage de KARAMASSASSO</u> -----	<u>89 à 112</u>
4.2.1. Méthodologie de l'estimation des apports -----	89 à 97
• Superficie du plan d'eau de KARAMASSASSO en km2 figure n° 23 -----	93
<u>Tableau n° 30</u> - Evaporation au barrage de KARAMASSASSO -----	94 à 95
• Station du SESSE à KARAMASSASSO courbe d'étalonnage de la fuite : 1983 figure n° 24 -----	96
• Barrage de KARAMASSASSO courbe des volumes figure n° 25 -----	97
4.2.2. résultats de l'estimation des apports mensuels au barrage de KARAMASSASSO -----	98 à 105

	<u>Pages</u>
Barrage de KARAMASSASSO, estimation des apports au barrage en millions de m ³	
<u>Tableau n° 31 à 36</u> - années 1974 à 1976 et 1981 à 1983 -----	100 à 105
4.2.3. corrélations entre pluies annuelles et débits moyens annuels -----	106 à 112
<u>Tableau n° 37</u> - débits moyens mensuels au barrage de KARAMASSASSO	108
<u>Tableau n° 38</u> - pluviométries moyennes mensuelles sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO -----	108
Le SESSE à KARAMASSASSO relation pluies débits figure n° 26	109
• corrélation entre la pluviométrie annuelle moyenne sur le bassin du SESSE et les pluviométries annuelles aux postes de N'DOROLA et KOURROUMA figure n° 27 -----	110
<u>Tableau n° 39</u> - statistique des modules du SESSE à KARAMASSASSO -----	111
• ajustement d'une loi de GUMBEL à l'échantillon des modules de la rivière SESSE à KARAMASSASSO figure n° 28 -----	112
4.3. <u>étude des crues au barrage de KARAMASSASSO</u> -----	113 à 137
4.3.1. méthodologie de l'étude des crues -----	113 à 123
• évolution des cotes du plan d'eau et des débits évacués au barrage de KARAMASSASSO, pluviométrie sur le bassin figures 29 à 34 -----	118 à 123
4.3.2. résultats de la détermination des paramètres des crues	124 à 127
<u>Tableau n° 40</u> - crues du SESSE à KARAMASSASSO -----	125 à 126
<u>Tableau n° 41</u> - pluie moyenne sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO année 1975 -----	127
4.3.3. relations entre les paramètres pluviométriques et hydrométriques -----	128 à 134
• tarissements du SESSE à KARAMASSASSO figure n° 35 -----	130
• relations entre la différence des débits de base en début et en fin de crue, la pluie journalière sur le bassin et l'indice d'humidité figure n° 36 -----	131

	<u>Pages</u>
• relations entre le coefficient de ruissellement du SESSE à KARAMASSASSO, l'indice d'humidité et la pluviométrie journalière sur le bassin figure n° 37 -----	133
4.3.4. estimation des paramètres hydrologiques à partir des chroniques pluviométriques -----	135 à 137
4.4. <u>gestion du barrage de KARAMASSASSO</u> -----	<u>138 à 171</u>
4.4.1. étude fréquentielle des épisodes pluvieux au poste de N'DOROLA -----	140 à 147
<u>Tableau n° 42 à 45</u> - pluies maximales en 1 jour, 2 jours, 5 jours et 10 jours au poste de N'DOROLA -----	142 à 145
<u>Tableau n° 46 et 47</u> - étude fréquentielle des pluies maximales d'août et septembre -----	146 à 147
4.4.2. comparaison des totaux pluviométriques observés à N'DOROLA et sur le bassin versant du SESSE à KARAMASSASSO	148 à 150
<u>Tableau n° 48</u> - comparaison des totaux pluviométriques observés à N'DOROLA et sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO	149
• corrélation entre totaux pluviométriques figure n° 38 -----	150
4.4.3. estimation des volumes écoulés pour des pluies maximales de fréquences décennale et quinquennale -----	151 à 157
• épisodes pluvieux de fréquence décennale et quinquennale au poste de N'DOROLA figures n° 39 et 40 -----	152 à 153
<u>Tableau n° 49 et 50</u> - crues exceptionnelles du SESSE à KARAMASSASSO	
- fréquence décennale -----	156
- fréquence quinquennale -----	157
4.4.4. <u>conclusions quant à la gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO</u> -----	158 à 159
4.4.5. simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO pour l'année 1975 -----	160 à 171

	<u>Pages</u>
<u>Tableau n° 53</u> - pluie moyenne sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO année 1975 -----	168
<u>Tableau n° 54</u> - simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO -----	169 à 170
• simulation de gestion du barrage de KARAMASSASSO année 1975 figure n° 41 -----	171

INTRODUCTION.

Par convention entre la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural (H.E.R.) de HAUTE-VOLTA et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M), la section hydrologie du centre O.R.S.T.O.M. de Ouagadougou a été chargée de l'étude hydrologique des plaines de NIENA-DIONKELE et de FOULASSO-LELASSO dans le cadre du projet de développement rizicole de la plaine de NIENA-DIONKELE.

Les mesures sur le terrain ont été réalisées en collaboration avec le Service Hydrologique de la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural ainsi que le dépouillement de ces mesures.

L'équipe H.E.R. était dirigée par Monsieur KAM SIE Ludovic, ingénieur au Service Hydrologique à Bobo-Dioulasso.

L'équipe O.R.S.T.O.M. était dirigée par Monsieur GUALDE René, ingénieur à l'O.R.S.T.O.M.

L'ensemble de l'étude a été supervisée par plusieurs chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. Messieurs CLAUDE (Maître de Recherches), LOINTIER (chargé de recherches) et LAMACHERE (Maître de recherches).

Pour la rédaction des rapports et l'interprétation des mesures, une collaboration plus complète entre l'O.R.S.T.O.M. et le Service Hydrologique du H.E.R. aurait nécessité l'affectation provisoire pour au moins 3 mois par année, d'un ingénieur hydrologue voltaïque au centre O.R.S.T.O.M. de Ouagadougou, ce qui n'était pas prévu dans l'actuelle convention.

L'objet de cette convention est le suivant :

A) sur les bassins versants de la plaine de NIENA-DIONKELE

- surveiller les apports et les crues du DOUGO, du KUO et des autres rivières débouchant dans la plaine de NIENA-DIONKELE sur la période 1980-83,

- évaluer les apports des rivières mentionnées ci-dessus sur la période non observée 1977 à 1980,
- étudier l'écoulement des eaux en aval de l'ouvrage vanne de de KARAMASSASSO,
- étudier les mouvements des vannes de l'ouvrage de KARAMASSASSO pour une exploitation optimale du plan d'eau autour de la cote 331 mètres.

B) Sur les bassins versants de la plaine de FOULASSO-LELASSO.

- recueillir et interpréter les données pluviométriques sur la période 1981-83
- déterminer les apports et les crues des principales rivières alimentant la plaine de FOULASSO-LELASSO afin d'étudier le processus d'inondation de la plaine.

Dans ce rapport définitif nous nous efforcerons de satisfaire la totalité des objectifs ainsi définis.

Le chapitre 1 du rapport définitif traite de l'aspect physique des bassins versants de la région de N'DOROLA : relief, géologie, pédologie, végétation et climat.

Le chapitre 2 inventorie les équipements pluviométriques et hydrométriques installés dans la région de N'DOROLA et de SINDOU sur le bassin du LONGO et donne un aperçu des chroniques observées.

Le chapitre 3 traite de la pluviométrie annuelle, mensuelle et journalière observée aux postes de longue durée de la région de N'DOROLA : N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGOUAN.

Le chapitre 4 étudie les apports et les crues au barrage de KARAMASSASSO, expose le problème de l'évacuation des eaux de crue à l'aval du barrage de KARAMASSASSO et tire quelques conclusions quant à la gestion de l'ouvrage vanne. En l'état actuel des aménagements c'est certainement le chapitre le plus important de ce rapport hydrologique.

Le chapitre 5 étudie les apports et les crues des affluents de la rivière SESSE en amont du barrage de KARAMASSASSO. Il se termine par une estimation des crues de fréquence décennale.

Le chapitre 6 étudie les apports et les crues des rivières SELEDOGO et SANGOUE qui alimentent en eau les plaines de FOULASSO et de LELASSO. Une étude succincte de l'hydrologie des plaines de FOULASSO-LELASSO termine ce rapport.

En conclusion de cette étude sont récapitulés les principaux résultats obtenus après 6 années de mesures hydrologiques dans la région de N'DOROLA, résultats qui devraient contribuer à mieux connaître les ressources en eaux superficielles de cette région et permettre une meilleure définition des ouvrages de protection contre les crues.

A la demande du Service Hydrologique de la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural, l'étude hydrologique des apports et des crues sera scindée en deux parties :

- la première partie, A, regroupe les chapitres n° 4 et n° 5 et concerne exclusivement l'hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE et de ses affluents,

- la seconde partie, B, ne comprend finalement que les chapitres n° 6 et 7 concernant l'hydrologie des plaines de FOULASSO-LELASSO et de leurs affluents.

Les conclusions seront tirées séparément pour chacune de ces deux parties.

Pour des raisons techniques, le rapport sera édité en deux tomes, le premier tome regroupant les chapitres 1 à 4 et le second tome les chapitres 5 à 7.

Chapitre 1.

Généralités.

- 1.1. Relief ..
- 1.2. Géologie..
- 1.3. Pédologie
- 1.4. Végétation
- 1.5. Climat

Situation géographique.

Les plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO se situent à l'extrême ouest de la Haute-Volta près de la frontière malienne entre les latitudes 11° 22' et 11° 52' de l'hémisphère nord et les longitudes 4° 40' et 5° 10' à l'ouest du méridien international.

Le Longo, rivière principale qui draine les ruissellements des bassins versants des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO, est un affluent du BANIFING lui-même affluent du BANI sur le bassin du NIGER.

L'altitude de ces plaines est légèrement supérieure à 300 mètres : 320 à 330 mètres, le climat y est de type sud-soudanien avec une pluviométrie moyenne interannuelle comprise entre 1200 millimètres au sud et 950 millimètres au nord des bassins.

1.1. Le relief.

Les bassins versants des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO appartiennent à l'ensemble des plateaux qui bordent la partie occidentale de la HAUTE-VOLTA.

Dans la région de N'DOROLA, le modelé du plateau est constitué de collines peu élevées en altitude, séparant de vastes dépressions, marécageuses en saison humide, mal drainées par des marigots aux faibles pentes.

1.1.1. Les collines.

C'est au sud-ouest de BOBO-DIOULASSO que se situent les collines les plus hautes du pays : 747 mètres au piton du TENAKOUREU, point culminant de HAUTE-VOLTA.

Aux environs de N'DOROLA, l'altitude des collines ne dépasse pas 570 mètres et reste le plus souvent voisine de 500 mètres.

Le point culminant du bassin du LONGO se situe près du village de KOREBA sur le bassin de l'OUZOU à environ 560 mètres d'altitude.

Ces collines se groupent en massifs aux flancs raides, peu ravinés ; elles sont généralement revêtues d'un manteau cuirassé.

Leur localisation dans le paysage correspond à des recouvrements géologiques de roches dures : grès de KOUTIALA et dolérites sur le bassin de la rivière SESSE, grès rose au sud de SOUROU sur le bassin du SELEDOGO.

Le pied des collines se situe généralement à environ 400 mètres d'altitude.

1.1.2. Les dépressions.

Entre les collines s'étalent de vastes dépressions formées dans les terrains sédimentaires les plus tendres : les schistes de TOUN.

Un remblaiement argilo-sableux recouvre les formations géologiques schisteuses.

Du sud-ouest au nord-est, selon un axe grossièrement conforme à l'orientation de la tectonique régionale, s'étalent les plaines de LELASSO, FOULASSO et NIENA-DIONKELE, vastes dépressions transformées en marécages pendant la saison des pluies.

L'altitude de ces plaines reste comprise entre 330 et 350 mètres : avec des pentes longitudinales inférieures à 0,5 %, elles constituent des zones privilégiées pour l'accumulation des eaux de ruissellement en provenance des collines et de leurs glacis de piedmont.

Compris entre les altitudes 350 et 400 mètres, les glacis forment une zone de transition entre les collines et les dépressions.

Sur le bassin versant du LONGO à NIAMANA, les collines occupent 15 à 20 % de la superficie totale, les glacis 25 à 30 % de la superficie totale et les dépressions 60 à 50 % de cette même superficie.

Dans les dépressions, les zones inondables, reconnues comme telles sur la carte topographique au 1/200 000 ème, occupent une superficie d'environ 295 kilomètres carrés soit 7 % de la superficie totale du bassin du LONGO.

1.1.3. Hydrographie.

La rivière principale se nomme le LONGO. Elle se subdivise en deux branches : au nord le SESSE, au sud le N'GOROLANI.

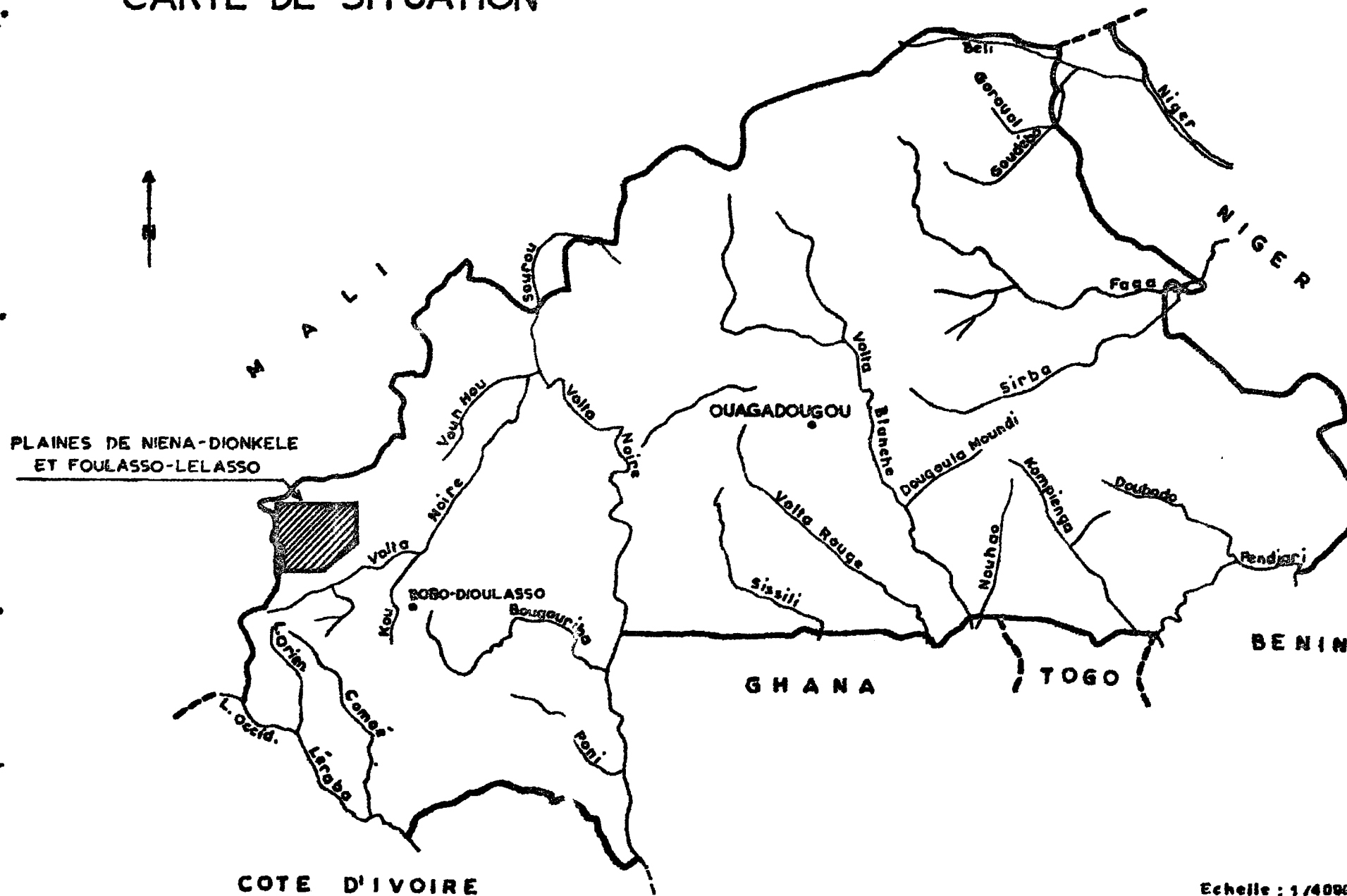
Dans leurs cours inférieurs, ces rivières sont bien encaissées avec un lit mineur bien marqué, assez étroit, profond de plusieurs mètres par rapport au plateau ou au lit majeur.

Leurs cours moyens sont caractérisés par des lits mineurs peu profonds et de vastes zones d'inondation : plaines de NIENA-DIONKELE pour le SESSE, de LELASSO pour le SELEDOGO et de FOULASSO pour le SANGOUE, affluent du SELEDOGO. Ces vastes plaines jouent un rôle majeur dans le régime des cours d'eau.

Les cours supérieurs des rivières sont en général peu marqués, à l'exception de quelques thalwegs sur les collines les plus élevées en altitude ; la densité de drainage y est en général faible à très faible.

Le régime des écoulements dans la région de N'DOROLA s'explique en grande partie par la position de la station hydrométrique relativement aux plaines d'inondation.

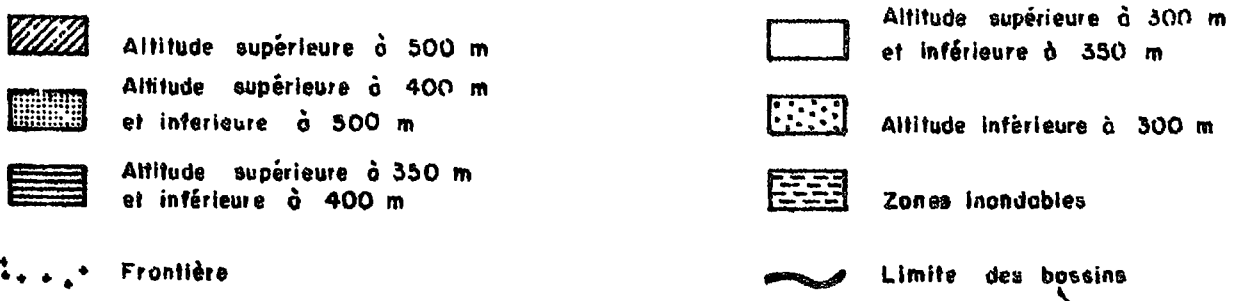
CARTE DE SITUATION



Echelle : 1 / 4000 000



CARTE TOPOGRAPHIQUE EXTRAIT DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE AU 1/500 000 DE BOBO-DIOULASSO



1.2. Géologie.

La région de N'DOROLA, couvrant les bassins versants des plaines de FOULASSO-LELASSO et de NIENA-DIONKELE, se situe presque exclusivement sur des formations sédimentaires d'âge cambrien à précambrien, c'est à dire d'âge primaire et antéprimaire.

Ces terrains sédimentaires sont caractérisés par des grès siliceux, légèrement feldspathiques et plus ou moins sériciteux comprenant des intercalations graveleuses, schisteuses, localement calcaires, quartzitiques, ferrugineuses ou glauconieuses.

Ils forment un pays de hauts plateaux où prennent naissance un grand nombre de cours d'eau : Comoé, Leraba, Volta-Noire, Grand Balé et Sandara.

1.2.1. Description des formations sédimentaires.

La grande discordance entre le socle cristallin, métamorphique ou volacano-sédimentaire ancien, et les roches sédimentaires plus récentes peut être observée sur le terrain depuis la région de SINDOU, à l'ouest de BANFORA, jusqu'aux environs de BOBO-DIOULASSO.

Les terrains sédimentaires à l'ouest de Bobo-Dioulasso se subdivisent en trois groupes distincts : les grès inférieurs, les grès schisteux et les grès supérieurs.

1.2.1.1. Les grès inférieurs.

Ce groupe comprend les grès inférieurs, les grès de base, les grès de Sotuba et les grès à galets de quartz.

Le régime des dépôts de ce groupe de roches s'avère très irrégulier, essentiellement gréseux, localement conglomératique dans la région de BANFORA.

Ils caractérisent le début d'une grande transgression marine.

1.2.1.2. Le groupe grès-schisteux.

Ce groupe comprend l'étage schistogrès-dolomitique, les grès roses et les schistes de TOUN. Il est caractérisé par une succession très complexe de grès à grains fins en bancs relativement minces et de lits argileux. Localement les bancs de grès peuvent être très puissants, des bancs de calcaire dolomitique apparaissent çà et là à tous les niveaux de cette série.

La majeure partie des terrains sédimentaires de la région de N'DOROLA appartient à l'étage des schistes de TOUN. Aux environs de TEOULE, l'épaisseur de cette formation atteint une quarantaine de mètres (sondage SPND 2, rapport IWACO-BV, juillet 1982) et dans la plaine de FOULASSO son épaisseur pourrait n'être que de 15 à 20 mètres.

Sous les schistes de TOUN, la formation des grès roses constitue un réservoir aquifère intéressant et de bonne transmissivité. En affleurement dans la partie sud du bassin de la rivière SELEDOGO, les bancs de grès rose s'enfoncent faiblement en direction du nord sous les schistes de TOUN.

Le groupe grès-schisteux, avec la présence de bancs argileux et de glauconie, caractérise une sédimentation marine plus calme et plus profonde, temporairement lagunaire avec les bancs de calcaire dolomitique.

1.2.1.3. Le groupe des grès supérieurs.

Ce groupe comprend les grès de KOUTIALA et les grès de BANDIAGARA, roches qui se caractérisent par des structures entrecroisées nombreuses et une texture graveleuse, témoins d'un exhaussement général du fond marin lors du dépôt de ces matériaux détritiques.

Les grès de KOUTIALA forment les principaux reliefs de la région de N'DOROLA tandis que les grès de BANDIAGARA commencent à apparaître en direction du nord-est dans la région de FÔ.

1.2.2. Description des formations volcaniques.

Les affleurements de roches vertes sont assez nombreux sur le bassin de la rivière SESSE où ils sont associés aux affleurements des grès de KOUTIALA. Ces roches vertes de type doléritique se trouvent donc sur les principaux reliefs qui entourent la plaine de NIENA-DIONKELE. Elles témoignent d'une intense activité tectonique postérieure à la formation des grès de KOUTIALA avec épanchement de roches plutoniques intrusives infiltrées entre les couches sédimentaires.

Les dolérites appartiennent aux roches basiques magmatiques de grande profondeur.

1.2.3. Description des formations latéritiques.

Les cuirasses latéritiques se rencontrent principalement sur les bassins versants entourant la plaine de NIENA-DIONKELE où elles couvrent plus de 40 pour cent de la superficie totale des bassins.

Sur les sommets, à une altitude variant entre 400 et 600 mètres, on rencontre une épaisse cuirasse latéritique ancienne d'âge éocène.

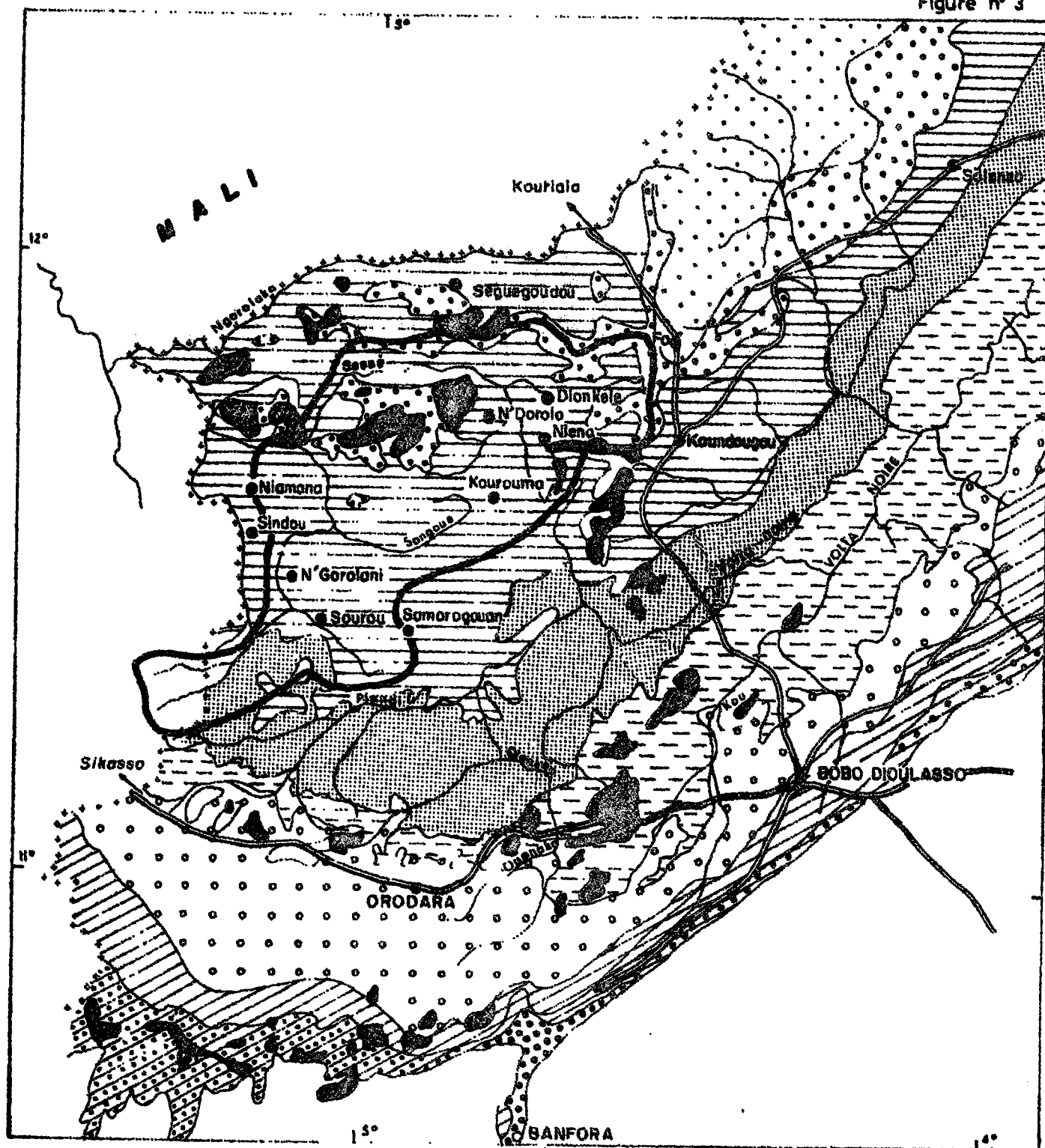
Sur les flancs des collines se sont formées des cuirasses ferrugineuses plus récentes prolongées par de grands glacis cuirassés vers la plaine.

1.2.4. Description des alluvions.

Les alluvions des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO sont constituées de dépôts très fins, argileux, localement plus légers sous la forme de lentilles limoneuses.

Des levées alluviales existent le long des marigots, elles sont de nature limoneuse et argileuse, d'altitude inférieure à 1 mètre au dessus de la plaine.

Figure n° 3



CARTE DES FORMATIONS GEOLOGIQUES EXTRAITE DE LA CARTE DE HAUTE-VOLTA (1976)

G. HOTTIN et O. F. OUEDRAOGO

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------|
| | Grès de Bondiagara | | Grès de Soluba |
| | Grès de Koutiala | | Grès de Base |
| | Schistes de Toun | | Grès inférieurs |
| | Grès Rose | | Dolérites |
| | Etage Schisto-gréseux Dolomitique | | Frontière |
| | Grès à galets de quartz | | Limite des bassins |

Echelle 1/1.000.000

1.3. Pédologie.

Les sols de la région de N'DOROLA appartiennent aux trois classes suivantes de la classification française des sols (1967) :

- la classe des sols peu évolués ou lithosols sur cuirasses latéritiques ferrugineuses,
- la classe des sols ferrugineux à sesquioxydes de fer et manganèse sur les hautes terres entourant les cuvettes,
- la classe des sols hydromorphes à engorgement permanent ou temporaire, situés dans les bas-fonds et les cuvettes.

Sur un profil type de la région de N'DOROLA, la répartition des sols est conforme à celle des schémas de la figure N° 5 page 17, schémas extraits de l'Etude Pédologique du plan d'aménagement hydro-agricole du projet de mise en valeur agricole de la plaine de NIENA-DIONKELE (S.C.E.T.-Mai 1976).

1.3.1. Les sols peu évolués ou lithosols sur cuirasses.

Ce type de sol se développe sur toutes les cuirasses ferrugineuses très indurées qui cernent les cuvettes de la région de N'DOROLA. Quelques moles cuirassés sont localisés dans les cuvettes.

1.3.2. Les sols ferrugineux tropicaux.

Ce type de sols couvre l'ensemble des glacis entre les cuirasses latéritiques et les sols alluviaux des cuvettes. Cette classe peut se subdiviser en sols ferrugineux bien drainés et sols ferrugineux à engorgement de nappe en profondeur. Ils se classent parmi les sols sableux à sablo-argileux (25 % d'argiles) ; ils sont pauvres en matière organique et très argileux en profondeur.

1.3.3. Les sols hydromorphes.

Les sols hydromorphes se situent dans les bas fonds et les cuvettes qui jalonnent les axes de drainage.

Les sols à hydromorphie permanente sont des sols argileux, en eaux toute l'année, dont l'aspect se rapproche des vases ; ils se localisent le long des axes de drainage et ne sont pas cartographiés sur la figure n° 4 page 16 en raison de leur faible extension.

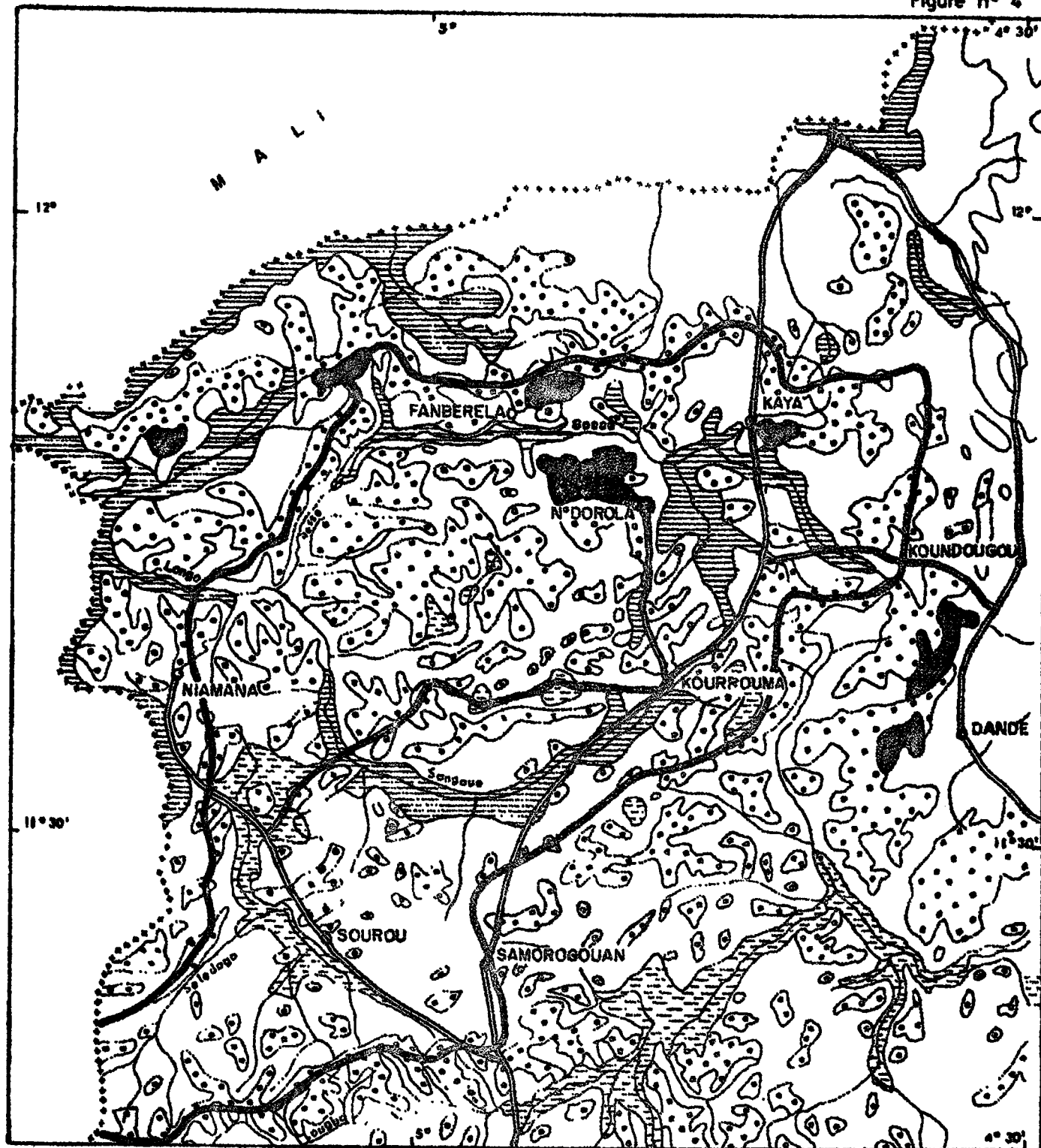
Les sols à hydromorphie temporaire rassemblent deux types de sols différents : d'une part les sols à pseudogley et d'autre part les vertisols hydromorphes.

Les vertisols hydromorphes ou sols d'argiles noires, sont distribués dans les parties les plus larges des plaines de FOULASSO et NIENA-DIONKELE ; ils se caractérisent par leur couleur noire et l'apparition des fentes de retrait en saison sèche.

Les sols à pseudogley se caractérisent par la présence d'amas calcaires en profondeur ou de concrétions manganésifères.

Ces deux types de sols sont argilo-sableux, 50 à 60 % d'argiles, 20 à 30 % de sables fins, très riches en matière organique.

Figure n° 4



CARTE DES FORMATIONS PEDOLOGIQUES EXTRAITE DES CARTES PEDOLOGIQUES O.R.S.T.O.M DE HAUTE-VOLTA



Lithosols sur cuirasse ferrugineuse



Sols sesquioxides lessivés à
taches et concrétions



Sols bruns eutrophes sur roches basiques



Vertisols hydromorphes sur
alluvions argileuses



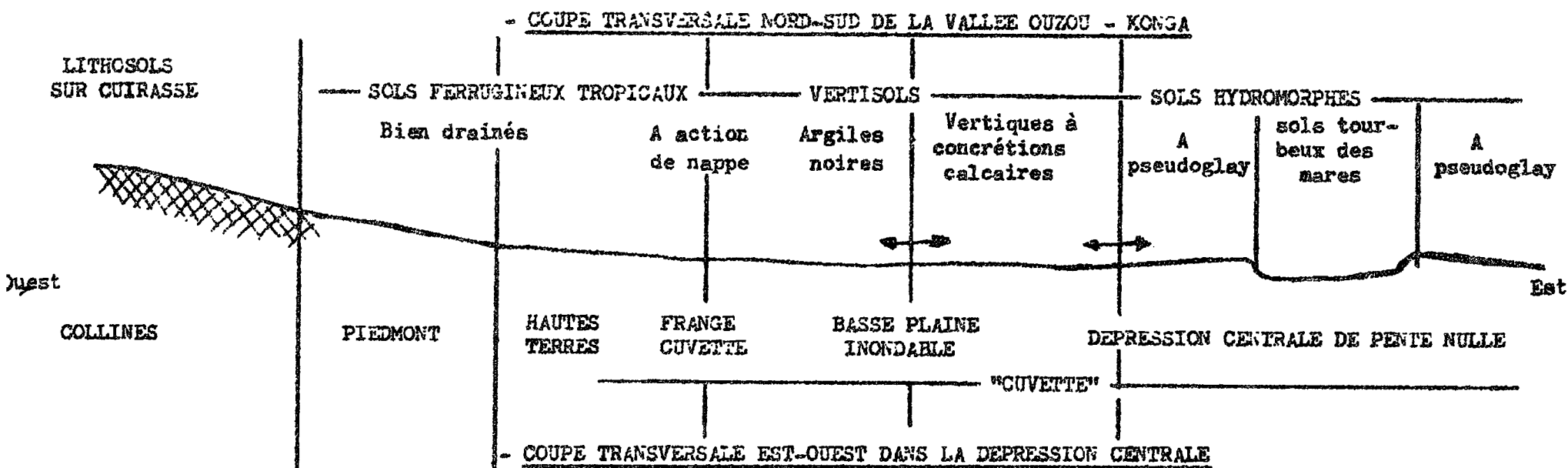
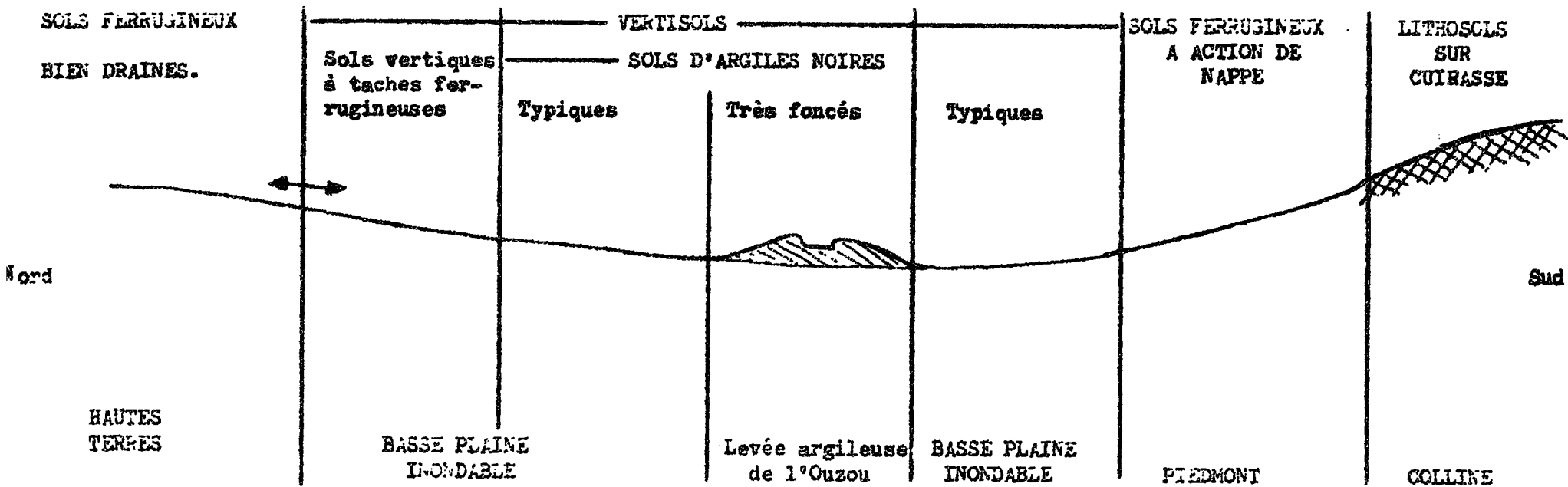
Sols hydromorphes à pseudogley sur
alluvions principalement argileuses



Frontière



Limite des bassins



Extrait de l'Etude Pédologique - mai 1976 - Projet de mise en valeur agricole de la plaine de NIENA-DICKKELE
S. C. F. T.

1.4. Végétation.

1.4.1. Végétation naturelle.

Les sols exondés portent une savane soudanaise arborée plus ou moins dégradée.

Les zones partiellement inondées portent une belle végétation arbustive avec un tapis herbacé important.

Les zones plus humides portent de très grands peuplements herbacés.

1.4.2. Les cultures.

Les lithosols ne sont pas cultivés.

Les sols ferrugineux tropicaux à sesquioxydes sont cultivés :

- en sorgho, mil ou maïs dans les zones les plus hautes avec de longues jachères,
- en coton, mil et sorgho sur les glacis,
- en coton sur les levées alluviales non inondables,
- en maïs et mil sur les levées alluviales inondables.

Les mêmes sols ferrugineux tropicaux peuvent être plantés de manguiers lorsque la nappe est peu profonde ou bien supporter du maraîchage.

Les vertisols hydromorphes ou sols d'argiles noires sont traditionnellement laissés en herbe ou boisés en raison de leur structure lourde, difficile à travailler, ils constituent cependant d'excellentes terres à riz.

Les sols hydromorphes à pseudogley sont cultivés en riz ou en maraîchage ou bien laissés en herbe s'ils sont souvent inondables.

1.5. Le climat.

Le climat de la région de N'DOROLA est de type tropical pur sud soudanien dans la classification de J. RICHARD - MOLARD, avec :

- . une saison sèche de la mi-novembre à la mi-juin,
- . une période transitoire avec incursion d'air humide de la mi-avril à la mi-juin,
- . une saison des pluies bien marquée avec un maximum pluviométrique en août,
- . une seconde période transitoire de la mi-septembre à la mi-novembre,
- . une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 1000 millimètres : 1011 mm à la station N'DOROLA sur la période 1949-1983.

La partie nord des bassins de la plaine de NIENA-DIONKELE se situe à la limite nord de la zone sud soudanienne avec une pluviométrie moyenne légèrement inférieure à 1000 millimètres (conf. figure n° 6 page 20) : 900 à 950 millimètres au nord de la rivière SESSE.

ET DE FOULASSO LELASSC

1.5.1. Les températures.

La température moyenne annuelle à N'DOROLA reste comprise entre 26°C et 28°C.

Les températures maximales y sont comprises entre 25,4 et 42,2°C, les plus fortes valeurs étant observées en mars et avril, les plus faibles en août.

Les températures minimales y sont comprises entre 6,7°C et 28,2°C, les plus faibles valeurs étant observées en décembre et janvier et les plus fortes valeurs en avril et mai.

Les amplitudes thermiques moyennes mensuelles sont de l'ordre de 18 à 22°C en novembre, décembre, janvier et février, de l'ordre de 13 à 17°C en mars, avril, mai et octobre, de l'ordre de 9 à 12°C de juin à septembre.

Tableau n° 1.

Températures maximales moyennes mensuelles
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.0	34.1	33.6	-
1976	32.6	35.3	37.0	36.9	33.3	33.1	31.2	30.9	32.1	32.6	33.8	34.2	33.6
1977	34.1	35.4	37.1	38.1	37.1	35.3	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	36.1	34.4	31.6	31.2	32.6	36.5	35.3	34.6	-
1982	33.1	36.0	37.1	37.8	36.3	33.2	32.4	29.3	32.8	34.6	35.0	33.0	34.2
1983	31.8	36.8	38.1	38.9	37.0	33.6	31.9	31.6	32.5	35.7	36.2	34.0	34.8
Moyennes interan- nuelles	32.9	35.9	37.3	37.9	36.0	33.9	31.8	30.7	32.5	34.7	34.9	33.9	34.4

Tableau n° 2.

Températures minimales moyennes mensuelles
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.2	14.4	13.3	-
1976	14.2	17.2	20.6	22.0	22.8	21.5	20.9	20.8	21.8	21.0	16.4	12.3	19.3
1977	14.1	14.7	18.8	23.4	23.8	22.6	21.3	20.8	20.6	19.4	13.0	10.9	18.6
1981	-	-	-	-	22.4	22.0	21.2	20.9	20.2	20.4	14.7	12.0	-
1982	12.7	18.0	21.5	23.3	23.1	21.1	20.4	20.4	20.7	19.2	13.4	13.1	18.9
1983	15.8	18.7	21.2	24.4	24.4	23.2	21.8	21.6	20.8	18.5	13.8	14.1	19.9
Moyennes interan- nuelles	14.2	17.2	20.5	23.3	23.3	22.1	21.1	20.9	20.8	19.8	14.3	12.6	19.2

Tableau n° 3.

Températures moyennes mensuelles en °C
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.1	24.2	23.5	-
1976	23.4	26.3	28.8	29.5	28.0	27.3	26.0	25.9	27.0	26.8	25.1	23.2	26.4
1977	24.1	25.1	28.0	30.8	30.4	28.9	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	29.3	28.2	26.4	26.0	26.4	28.4	25.0	23.3	-
1982	22.9	27.0	29.3	30.6	29.7	27.2	26.4	24.9	26.8	26.9	24.2	23.0	26.6
1983	23.8	27.8	29.7	31.6	30.7	28.4	26.8	26.6	26.6	27.1	25.0	24.0	27.3
Moyennes interan- nuelles	23.6	26.6	29.0	30.6	29.6	28.0	26.4	25.9	26.7	27.3	24.7	23.4	26.8

Tableau n° 4.

Amplitudes thermiques moyennes mensuelles en °C
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.8	19.7	20.3	-
1976	18.4	18.1	16.4	14.9	10.5	11.6	10.3	10.1	10.3	11.6	17.4	21.9	14.3
1977	20.0	20.7	18.3	14.7	13.3	12.7	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	13.7	12.4	10.4	10.3	12.4	16.1	20.6	22.6	-
1982	20.4	18.0	15.6	14.5	13.2	12.1	12.0	8.9	12.1	15.4	21.6	19.9	15.3
1983	16.0	18.1	16.9	14.5	12.6	10.4	10.1	10.0	11.7	17.2	22.4	19.9	15.0
Moyennes interan- nuelles	18.7	18.7	16.8	14.7	12.7	11.8	10.7	9.8	11.6	14.8	20.3	20.9	15.1

DIAGRAMME DES TEMPÉRATURES AU POSTE DE N'DOROLA

Températures en degré celsius

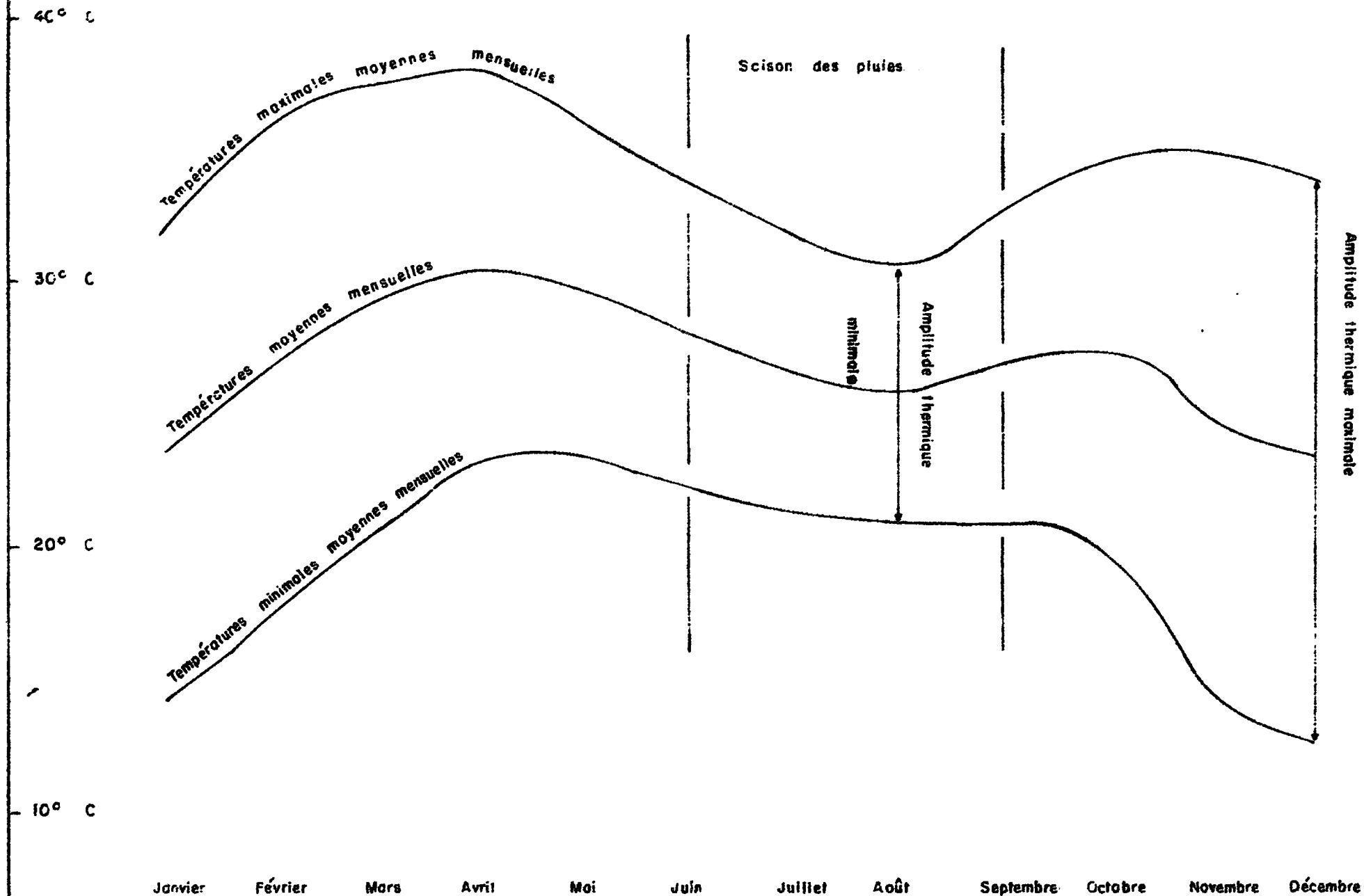


Figure n°7

1.5.2. Les vents et l'humidité.

La direction générale des vents pour les mois d'avril à octobre est la direction sud à sud-ouest où se concentrent 50 à 70 % des directions observées avec des humidités relatives moyennes de 70 à 80 % pour les mois de juillet, août et septembre.

C'est le régime des vents de mousson ou contre-alizés.

La direction générale des vents pour les mois de novembre à mars est la direction nord-est variant du nord à l'est où se concentrent 50 à 90 % des directions observées avec des humidités relatives moyennes de l'ordre de 25 à 35 % pour les mois de décembre, janvier, février et mars.

C'est le régime des alizés continentaux ou harmattan.

Le mois d'avril marque en général une nette rupture du régime des vents qui basculent du quart nord-est au quart sud-ouest ; l'humidité relative moyenne du mois d'avril est de l'ordre de 40 %.

Du mois de septembre au mois de novembre, les vents s'orientent progressivement du sud-ouest à l'est et enfin au nord ou nord-est ; l'humidité relative moyenne décroît alors progressivement de 77 % en septembre à environ 40 ou 50 % au mois de novembre.

Tableau n° 5.

Directions moyennes mensuelles des vents en pourcentage.
au poste de N'DOROLA.

Directions	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
N	26	29	34	9	11	3	7	7	8	6	18	45
NE	39	21	19	6	2	1	5	4	4	4	6	13
E	22	25	21	14	3	3	2	5	11	20	31	16
SE	0	3	5	2	8	9	8	9	9	13	9	4
S	0	6	3	28	24	32	22	29	31	29	9	6
SW	1	9	5	25	39	39	41	30	21	16	9	2
W	2	4	6	12	11	5	8	13	14	9	13	8
NW	10	3	7	4	2	8	7	3	2	3	5	6

Tableau n° 6.

Vitesse moyenne mensuelle du vent en m/s
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	0.77	-
1976	0.92	0.94	0.98	0.95	0.91	0.98	0.69	0.51	0.54	0.53	0.65	0.69	0.77
1977	0.75	1.01	1.20	1.13	1.09	1.17	0.89	0.71	0.43	0.42	0.67	0.85	0.86
1981	-	-	-	-	1.7	1.5	0.9	0.70	0.5	0.6	0.7	0.7	-
1982	1.3	1.3	0.6	1.4	1.5	1.1	0.8	0.6	0.77	0.84	0.61	1.22	1.00
1983	1.71	1.55	1.52	1.52	1.83	1.48	1.16	0.97	0.74	0.70	0.80	0.90	1.24
Moyennes interan- nuelles	1.17	1.20	1.08	1.25	1.41	1.25	0.89	0.70	0.60	0.62	0.68	0.85	0.97

Tableau n° 7.

Humidité relative moyenne mensuelle à 18 h
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel.
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.1	56.8	42.2	-
1976	29.0	24.7	26.3	46.9	59.9	65.1	75.6	77.8	78.6	77.6	62.2	40.2	55.3
1977	37.8	19.7	18.0	30.7	46.7	51.1	65.2	76.7	77.3	59.6	43.5	26.8	46.1
1981	-	-	-	-	51.9	34.5	69.9	78.7	77.2	59.3	42.6	29.4	-
1982	22.3	21.8	35.5	41.4	52.5	64.0	68.5	78.5	74.0	65.2	49.8	27.4	50.1
1983	20.2	29.3	23.7	33.9	45.7	63.2	65.2	73.2	76.5	54.0	37.6	26.0	45.7
Moyennes interan- nuelles	27.3	23.9	25.9	38.2	51.3	55.6	68.9	77.0	76.7	64.5	48.7	32.0	49.3

1.5.3. Evaporation, évapotranspiration et pluviométrie.

L'évaporation mensuelle mesurée au BAC COLORADO, bac enterré de surface évaporante 1 m², varie de 150 à 180 mm en juillet, août et septembre à 300 et 350 mm en mars, avril et mai.

L'évapotranspiration potentielle, estimée selon la formule de PENMANN, est maximale, proche de 200 millimètres, en mars, avril et mai ; elle est minimale, proche de 140 millimètres du mois d'août au mois de janvier.

Sur un même site, évaporation et évapotranspiration potentielle varient peu d'une année à l'autre, mais l'évaporation peut varier assez fortement d'un point à un autre du bassin.

Une première station climatologique avait été installée de 1975 à 1977 près du barrage de KARAMASSASSO où l'évaporation mesurée au BAC COLORADO était estimée à 2140 millimètres par an. La seconde station climatologique, installée à la sortie du village de N'DOROLA à proximité de la concession du projet rizicole, donne maintenant des valeurs de l'évaporation proches de 3000 millimètres par an.

L'écart entre les deux estimations est d'environ 30 %.

Sur la période 1954-1983, la pluviométrie annuelle au poste de N'DOROLA varie de 813 millimètres pour une année décennale sèche à 1209 millimètres pour une année décennale humide, avec un total pluviométrique annuel moyen de 1011 millimètres.

La période 1975-77 et 1981-83 apparaît donc comme une période très sèche avec 4 années sur six pour lesquelles la pluviométrie annuelle est inférieure à la valeur normale.

Les années 1977 et 1983 apparaissent même comme des années exceptionnellement sèches : 740,2 mm en 1977 et 809,5 mm en 1983.

La répartition mensuelle des pluies peut varier assez fortement d'une année à l'autre. La répartition moyenne est fournie page 31 figure n° 8 pour la période des 6 années étudiées.

Sur une plus longue période, on observe peu de modifications de cette courbe des répartitions à l'exception des mois d'août et septembre dont les moyennes interannuelles passent respectivement de 219,1 et 148,5 mm à 271,5 et 172,6 mm.

Les mois les plus pluvieux sont, dans l'ordre décroissant de pluviosité, les mois d'août, juillet, septembre et juin puis viennent les mois de mai, octobre et avril. Quelques pluies peuvent survenir en mars. Elles présentent un caractère assez rare en février et novembre et franchement exceptionnel en décembre et janvier.

La saison des pluies commence donc vraiment au mois de mai pour se terminer en septembre. Elle commence parfois en avril lorsque les pluies sont précoces et se termine parfois en octobre lorsque les pluies sont tardives.

Tableau n° 8

Pluviométrie mensuelle en mm
au poste de N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Totaux annuels
1975	0.0	0.0	40.6	13.7	46.5	115.2	390.1	183.5	267.8	32.3	9.5	0.0	1099.2
1976	1.1	0.0	0.7	114.8	131.9	124.7	201.4	300.3	120.2	128.0	1.1	0.0	1124.2
1977	20.9	0.0	0.0	28.4	44.2	42.4	251.0	161.2	152.6	39.5	0.0	0.0	740.2
1981	0.0	2.9	0.0	5.6	122.0	103.2	200.3	232.3	142.3	13.5	0.0	0.0	822.1
1982	0.0	9.3	37.6	106.0	98.8	172.5	250.0	198.7	67.5	42.8	26.0	0.0	1009.2
1983	0.0	3.4	2.6	59.5	44.3	168.0	145.3	238.5	140.4	6.1	1.4	0.0	809.5
Moyennes interannuelles	3.7	2.6	13.6	54.7	81.3	121.0	239.7	219.1	148.5	43.7	6.3	0.0	934.2

Tableau n° 9

Evaporation mensuelle au BAC COLORADO en mm
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Totaux annuels
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	129	167	171	167	-
1976	171	194	245	210	174	159	143	136	132	140	159	167	2030
1977	161	204	257	225	223	213	167	130	120	180	186	183	2249
1981	-	-	-	-	264	237	170	149	156	223	255	229	-
1982	264	274	363	366	298	207	198	158	168	211	198	257	2962
1983	285	283	335	309	344	225	195	180	165	229	225	226	3001

de 1975 à 1977 : station de KARAMASSASSO

de 1981 à 1983 : station de N'DOROLA

Tableau n° 10

Insolation mensuelle en heures
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Totaux annuels
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	282	282	-
1976	285	278	285	315	270	276	229	229	228	208	246	276	3125
1977	257	255	236	201	257	264	239	198	225	276	288	285	2981
1981	-	-	-	-	239	253	203	192	217	260	275	283	-
1982	301	235	253	244	267	251	269	217	220	262	270	241	3030
1983	231	214	227	197	215	190	206	240	232	255	261	264	2732
Moyennes interannuelles	268	245	250	239	250	247	229	215	224	252	270	272	2961

Tableau n° 11

Evapotranspiration mensuelle PENMANN en mm.
au poste de KARAMASSASSO - N'DOROLA.

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Totaux annuels
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1976	152	177	214	207	192	186	155	152	156	140	132	140	2003
1977	143	168	211	201	214	198	183	155	150	161	150	149	2083
1981	-	-	-	-	211	189	149	145	143	172	157	158	-
1982	150	147	179	181	192	153	155	130	136	149	121	126	1829
1983	152	152	182	176	186	150	141	144	138	143	126	118	1808
Moyennes interannuelles	149	161	197	191	199	175	157	145	145	145	137	138	1939

albedo : 0,20 pour un couvert végétal.

Pluie en mm
 Évaporation en mm
 Evapotranspiration en mm
 Insolation en heures

Station climatologique de N'DOROLA
 Période 1975-1983
 Moyennes mensuelles interannuelles

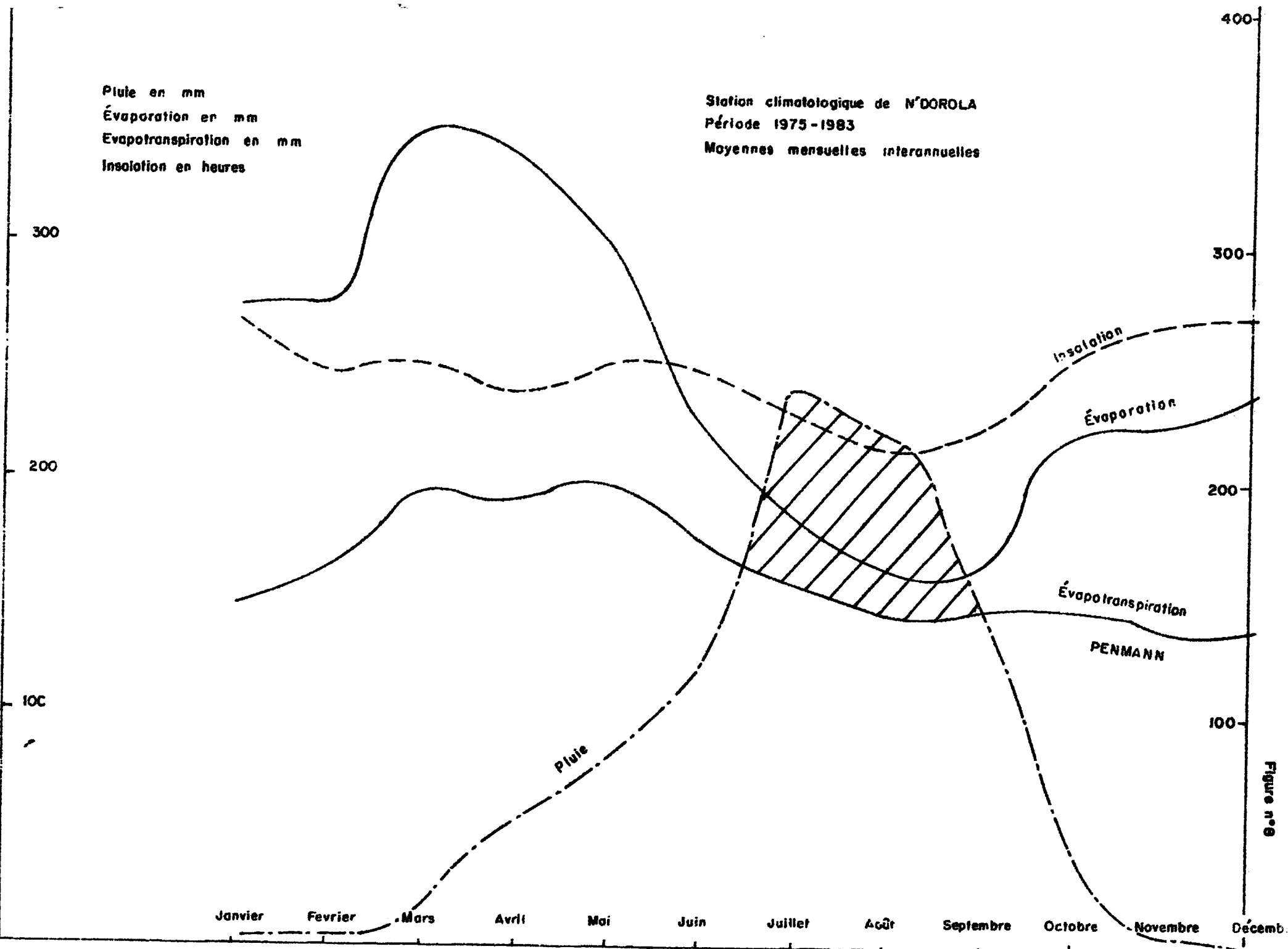


Figure n° 8

1.5.4. L'insolation.

L'insolation annuelle dans la région de N'DOROLA varie entre 2 700 et 3 200 heures par an.

Les mois de novembre, décembre et janvier sont les plus ensoleillés avec des moyennes interannuelles de l'ordre de 260 à 270 heures ; juillet, août et septembre sont les mois les moins ensoleillés avec des moyennes interannuelles proches de 220 heures.

Les autres mois de l'année ont des moyennes interannuelles proches de 240 heures.

D'une année à l'autre, pour un même mois, l'insolation peut varier avec une amplitude maximale de l'ordre de 50 à 60 heures, une mention spéciale doit être faite pour le mois d'avril dont l'amplitude des variations de l'insolation atteint 100 heures.

Chapitre 2.

Les équipements pluviométriques et hydrométriques

2.1. Installations pluviométriques

- Historique
- Localisation

2.2. Installations hydrométriques

- Historique des équipements
- Historique des observations

2. Les équipements pluviométriques et hydrométriques.

Les équipements pluviométriques et hydrométriques installés sur les bassins versants des plaines NIENA-DIONKELE et de FOULASSO-LELASSO comprennent des appareils de mesures de la pluie : pluviomètres, pluviographes, pluviomètres totalisateurs, et des appareils de mesure des niveaux d'eau : échelles limnimétriques et limnigraphes.

Les mesures de débits, pour l'étalonnage des stations hydrométriques aux exutoires des bassins versants, ont été réalisées par des équipes volantes munies du matériel classique de mesure des vitesses du courant : moulinets, micromoulinets, perches coulissantes rondes ou profilées, canots pneumatiques avec treuils et saumons.

2.1. Installations pluviométriques.

2.1.1. Historique.

Le plus ancien poste pluviométrique installé dans la région de N'DOROLA est le poste de DIONKELE - mission, placé dès 1954 et observé jusqu'en 1963 au même emplacement.

En 1964, ce pluviomètre a été installé à N'DOROLA à la suite du déplacement de la mission. Les observations effectuées à ce poste sont complètes jusqu'en 1983.

Les postes pluviométriques de KOURROUMA et de SAMCROGOUAN ont été installés respectivement en 1960 et 1967, leur équipement est constitué de pluviomètres de type tropical avec des bagues réceptrices de surface 400 cm² ; les observations y sont complètes jusqu'en 1983.

Pour l'installation de nouveaux équipements pluviométriques, il faut attendre la première convention hydrologique signée en 1974 entre la Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural de Haute-Volta d'une part et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, organisme français d'autre part, pour le compte du Projet Rizicole de la plaine de NIENA-DIONKELE.

À cette occasion, 8 pluviographes et 13 pluviomètres totalisateurs ont été installés pour la durée de l'étude sur les bassins versants de la plaine de NIENA-DIONKELE : 4 pluviographes hebdomadaires et 4 pluviomètres totalisateurs dès 1974, le reste des équipements au cours de l'année 1975. La durée des observations n'excède pas 3 ans, de juillet 1974 à décembre 1976 pour les huit premiers postes, et 2 ans pour les treize autres postes, de juillet 1975 à décembre 1976.

À l'occasion de la seconde convention signée en 1981 entre la Direction de l'Hydraulique de Haute-Volta et l'O.R.S.T.O.M., les équipements pluviométriques ont été étendus plus au sud aux bassins versants des plaines de FOULASSO et LELASSO.

5 pluviographes, 16 pluviomètres tropicaux et 10 pluviomètres totalisateurs ont été répartis sur l'ensemble des bassins versants dès le mois d'avril 1981. Les équipements ont ensuite été complétés par l'installation d'un pluviographe à S'MAIRI et d'un pluviomètre à ZETONASSO en 1982, d'un pluviographe en 1983 sur le bassin versant du KUO.

Les appareils ont été installés de telle sorte que chaque bassin, équipé à son exutoire d'une station hydrométrique, possède au moins 2 pluviomètres et 1 pluviographe, parfois 3 ou 4 pluviomètres pour les bassins les plus importants.

En 1981, neuf anciens emplacements, ont été repris sur les bassins versants de la plaine de NIENA-DIONKELE et une station météorologique complète a été installée à N'DOROLA près de la concession du projet rizicole.

2.1.2. Localisation et équipements.

Sur la figure n° 9 page 39 sont regroupés les équipements pluviométriques de l'étude 1974-1976 du bassin versant de la plaine de NIENA-DIONKELE.

Sur la figure n° 10 page 40 sont regroupés les équipements pluviométriques de l'étude 1981-1983 des bassins versants des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO.

Sur le tableau n° 12 pages 37 et 38 sont inventoriés tous les postes pluviométriques installés dans la région de N'DOROLA sur les bassins versants des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO depuis 1953 avec leurs coordonnées géographiques et la durée de leur fonctionnement.

Les pluviographes sont des pluviographes à augets basculants, à bague de 400 cm² de surface, munis de mouvements journaliers, hebdomadaires ou mensuels à table déroulante.

Les pluviomètres sont de type tropical avec bague réceptrice de 400 cm² de surface.

Les pluviomètres totalisateurs sont en tôle roulée et soudée ; les relevés des totalisateurs sont effectués directement par lecture du ruban métallique, une couche d'huile de vidange, placée au dessus de l'eau, permettant d'éviter l'évaporation.

Tableau n° 12.

Inventaire des équipements pluviométriques.

Poste	Coordonnées géographiques		Type	Date		Remarques
	latitude nord	longitude ouest		installation	arrêt	
DIONKELE - mission	11° 47' 00"	4° 43' 33"	PL	1953	1963	
N'DOROLA - mission	11° 46' 02"	4° 49' 00"	PL	1964	-	en service
N'DOROLA - préfecture	11° 45' 39"	4° 49' 00"	PL			
N'DOROLA - projet riz	11° 45' 26"	4° 49' 00"	PG	1981	-	en service
N'DOROLA - ORSTOM	11° 45' 52"	4° 49' 17"	PL	1981	1983	
KOURROUMA - ASECNA	11° 37' 10"	4° 47' 50"	PL	1960	-	en service
KOURROUMA - tot. 8	11° 37' 10"	4° 47' 50"	TOT	1974	1976	
KOURROUMA	11° 37' 10"	4° 47' 50"	PG	1981	1983	
SAMOROGOUEAN - ASECNA	11° 23' 40"	4° 56' 10"	PL	1967	-	en service
C.F.A.	11° 47' 30"	4° 45' 50"	PG	1974	-	en service
DIGUIERA	11° 41' 12"	4° 44' 13"	PG	1974	1976	
KARAMASSASSO	11° 48' 32"	4° 49' 37"	PL	1975	1976	
KARAMASSASSO tot. 10	11° 50' 20"	4° 50' 07"	TOT	1974	1976	
KARAMASSASSO.*	11° 48' 40"	4° 49' 10"	PL	1981	1983	à réinstaller
KOUEREDENI	11° 44' 08"	4° 38' 57"	PG	1974	1976	
KOUEREDENI - tot. 13	11° 44' 20"	4° 40' 47"	TOT	1975	1976	
KOUEREDENI	11° 44' 10"	4° 38' 50"	PL	1981	1983	
OUZOU	11° 43' 43"	4° 36' 51"	PG	1975	1976	
SIEN	11° 47' 06"	4° 39' 37"	PG	1975	1976	
SIKOROLA	11° 42' 04"	4° 51' 39"	PG	1975	1976	
ZAMAGOLOKO	11° 37' 04"	4° 43' 22"	PG	1975	1976	
FADONA tot. 1	11° 41' 10"	4° 54' 20"	TOT	1975	1976	
FADONA	11° 41' 10"	4° 54' 20"	PL	1981	1983	PL FAD
SOUGOUMA tot. 2	11° 37' 20"	4° 53' 10"	TOT	1975	1976	
SOUGOUMA	11° 37' 20"	4° 53' 10"	PL	1981	1983	PL SOU
SIRI tot. 3	11° 44' 14"	4° 52' 06"	TOT	1975	1976	
KAYA tot. 4	11° 51' 10"	4° 43' 36"	TOT	1975	1976	
KAYA	11° 49' 50"	4° 44' 10"	PL	1981	1983	PL KAY
KONGA tot. 5	11° 48' 38"	4° 36' 55"	TOT	1975	1976	
OUZOU tot. 6	11° 43' 43"	4° 35' 02"	TOT	1975	1976	
FARA tot. 7	11° 36' 57"	4° 40' 33"	TOT	1974	1976	
DINGASSO tot. 9	11° 40' 26"	4° 49' 24"	TOT	1974	1976	
DINGASSO *	11° 41' 30"	4° 49' 30"	PL	1981	1983	à réinstaller
WERE tot. 10	voir KARAMASSASSO tot 10					
SOKOULANI tot. 11	11° 50' 00"	4° 45' 58"	TOT	1975	1976	
DANGOUNANE tot. 12	11° 51' 13"	4° 37' 28"	TOT	1975	1976	
DANGOUNANE	11° 51' 30"	4° 36' 50"	TOT	1981	1983	TO DAN
S'MAIRI *	11° 40' 10"	5° 05' 30"	PG	1981	1983	à réinstaller
SINDOU	11° 32' 50"	5° 11' 20"	PG	1981	1983	PG SIN
SOUROU *	11° 24' 30"	5° 04' 20"	PG	1981	1983	à réinstaller
KUO	11° 38' 16"	4° 45' 13"	PG	1983	1983	PG KUO
BLENI	11° 33' 40"	5° 03' 10"	PL	1981	1983	PL BLE

PL : pluviomètre PG : pluviographe

TOT : pluviomètre totalisateur.

Tableau n° 12 (suite)

Inventaire des équipements pluviométriques.

Poste	Coordonnées géographiques		Type	Dates		Remarques
	latitude nord	longitude ouest		instal-	arrêt	
FAMA	11° 22' 50"	5° 10' 20"	PL	1981	1983	PL FAM
FANBERELA	11° 50' 00"	4° 56' 00"	PL	1981	1983	PL FAN
FOULASSO	11° 30' 40"	4° 54' 20"	PL	1981	1983	PL FOU
KARMA	11° 27' 30"	5° 01' 50"	PL	1981	1983	PL KAA
N'DANA	11° 46' 50"	4° 42' 00"	PL	1981	1983	PL NDA
N'GOROLANI *	11° 29' 30"	5° 07' 20"	PL	1981	1983	à réinstaller
NIENA *	11° 43' 30"	4° 43' 30"	PL	1981	1983	à réinstaller
SANA *	11° 33' 10"	4° 59' 40"	PL	1981	1983	à réinstaller
ZETONASSO *	11° 16' 30"	5° 13' 30"	PL	1982	1983	à réinstaller
ZETONASSO	11° 16' 30"	5° 13' 30"	TOT	1981	1983	TO ZET
DIANABOUGOU	11° 19' 20"	5° 06' 20"	TOT	1981	1983	TO DIA
FANANKA	11° 31' 00"	4° 49' 50"	TOT	1981	1983	TO FAN
KONGOLIKORO	11° 36' 00"	4° 57' 30"	TOT	1981	1983	TO KON
LONGO	11° 40' 40"	5° 10' 50"	TOT	1981	1983	TO LON
NIAMANA	11° 37' 10"	5° 11' 30"	TOT	1981	1983	TO NIA
SANFARA	11° 45' 30"	5° 01' 00"	TOT	1981	1983	TO ZAN
SOFINA	11° 49' 30"	4° 32' 00"	TOT	1981	1983	TO SOF
S'MAIRI	11° 36' 20"	5° 04' 30"	TOT	1981	1983	TO SMA

PG : pluviographe

PL : pluviomètre

TOT : totalisateur

* postes repris en 1984

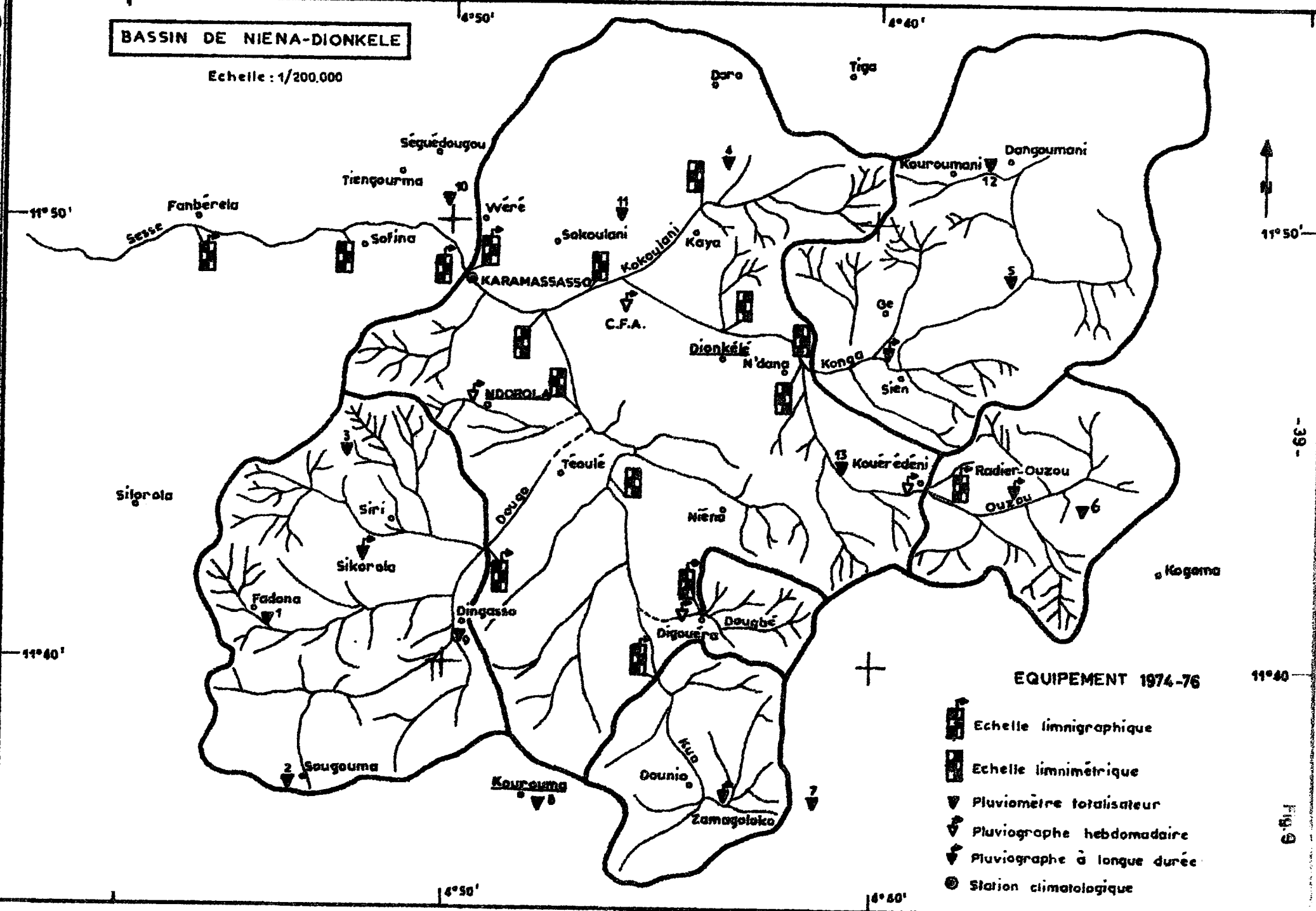
par le projet rizicole avec le

Service Hydrologique du H.E.R. de

Bobo-Dioulasso.

BASSIN DE NIENA-DIONKELE

Echelle : 1/200.000



EQUIPEMENT 1974-76

ETUDE DES PLAINES DE NIENA DIONKELE
ET DE FOULASSO LELASSO

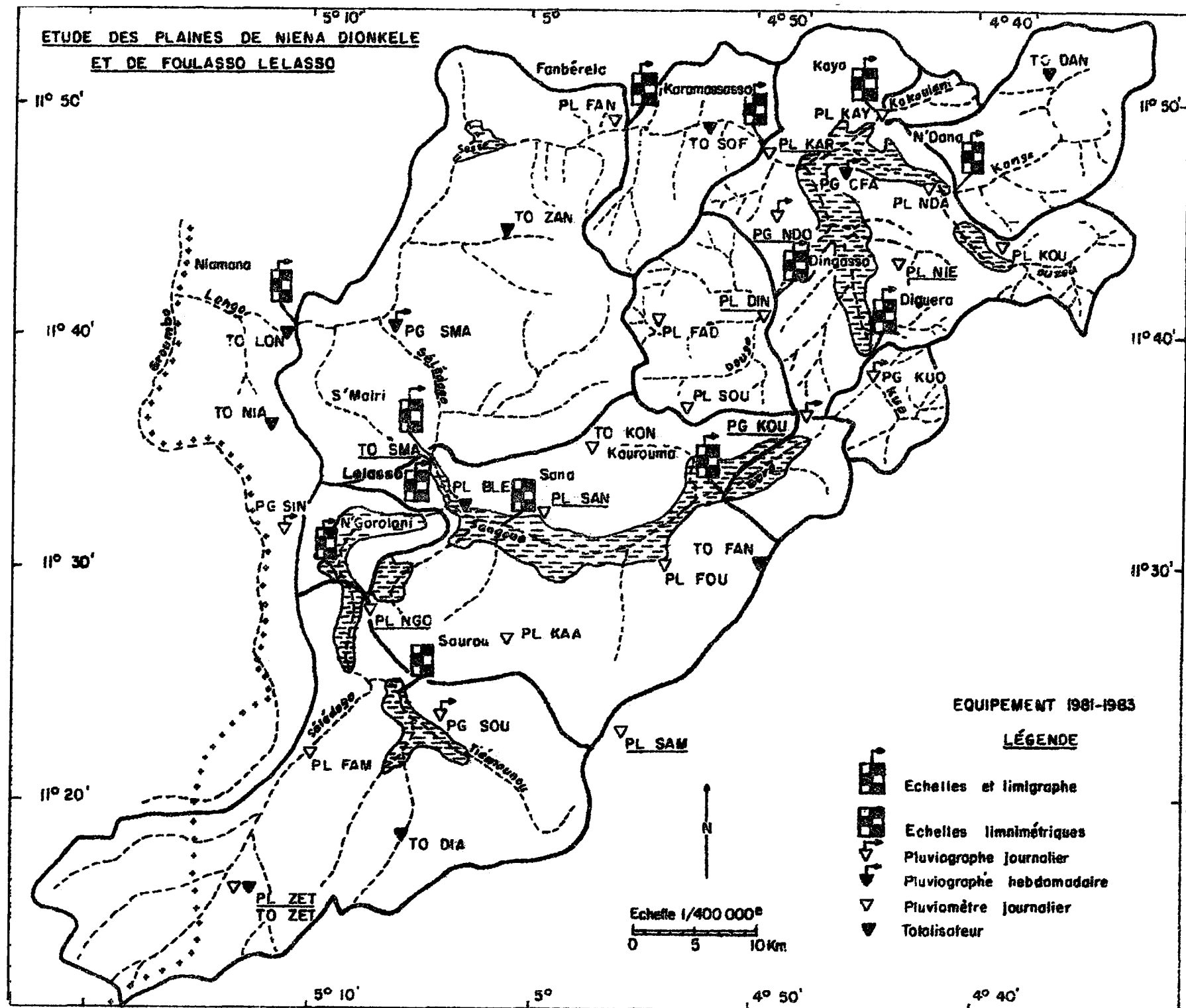


Figure n° 10

2.1.3. Fréquence des relevés.

La fréquence des relevés était fixée à un relevé toutes les semaines pour les pluviomètres totalisateurs aisément accessibles en saison des pluies, un relevé tous les quinze jours ou tous les mois pour les autres pluviomètres totalisateurs.

La fréquence des relevés était fixée à deux relevés par jour pour les pluviomètres, le premier à 7 heures et le second à 16 heures.

Des relevés pluviométriques aux pluviographes ont été effectués aussi souvent que possible, la fréquence était fixée à deux relevés par jour pour les appareils avec observateur, un relevé tous les quinze jours ou un relevé par mois pour les appareils les plus inaccessibles.

2.2. Installations hydrométriques et observations.

2.2.1. Historique des équipements.

Les équipements hydrométriques dans la région de N'DOROLA ont été réalisés progressivement en trois phases successives :

- . 1954 pour les premières échelles limnimétriques, tableau n° 13 page 43,
- . 1974 pour l'équipement limnimétrique et limnigraphique des bassins versants de la plaine de NIENA-DIONKELE, tableau n° 14 page 44,
- . 1981 pour l'équipement limnimétrique et limnigraphique des bassins versants de la plaine de FOULASSO-LELASSO, tableau n° 15 page 45.

Les tableaux n° 13, 14 et 15 fournissent les principales caractéristiques des stations avec leurs coordonnées, le type d'équipement, la cote du zéro des échelles par rapport au nivellement général de la Haute-Volta chaque fois qu'un rattachement a pu être pratiqué, la période d'observation consécutive à l'installation.

Les figures n° 9 page 39 et n° 10 page 40 complètent cette présentation.

En règle générale les limnigraphes sont du type à flotteur, de marque CTF X avec tambour enregistreur à rotation hebdomadaire ou mensuelle et réduction au 1/10 ème des variations des niveaux d'eau.

Les échelles limnimétriques sont en tôle émaillée, elles sont graduées en centimètres avec lecture directe des mètres et des décimètres.

Aucune installation particulière n'a été réalisée pour la mesure des débits, les jaugeages étant réalisés par les équipes volantes munies du matériel nécessaire à l'exécution des mesures. Les sections de jaugeage ont simplement fait l'objet d'une coupe régulière de la végétation en saison des pluies afin d'améliorer la précision des mesures des vitesses au moulinet.

Les jaugeages ont été réalisés à gué en basses et moyennes eaux, en bateau ou à partir des ponts en hautes eaux, par des équipes volantes.

Lors de la pose des échelles limnimétriques, celles-ci ont été rattachées par nivellement à des repères fixes placés à proximité des échelles et rattachées au nivellement général de la HAUTE-VOLTA chaque fois que l'opération s'est révélée possible. Pour plus de précisions on se reportera aux rapports des campagnes hydrométriques.

Tableau n° 13.

Région de N'DOROLA. Equipements hydrométriques réalisés en 1954-55.

Rivière	Station	Coordonnées géographiques		Date d'installation	batterie d'échelles	Cote NGHV. du zéro des échelles	période observée
		latitude nord	longitude ouest				
SESSE	KARAMASSASSO	11° 49'	4° 50'	1954	0-4m	330,05	1954-55
SESSE - N rive droite	SOKOULANI	11° 48'	4° 48'	1954	0-3m	330.06	1954-56
SESSE - N rive gauche	SOKOULANI	11° 48'	4° 48'	1954	0-2m	330.06	1954-56
SESSE - N	C.F.A. TINKELENI	11° 48'	4° 47'	1954	0-2m	330.64	1954-56
SESSE - S	TEOULE	11° 44'	4° 46'	1954	0-3m	331.21	1954-56
KOKOULANI	KAYA	11° 50'	4° 44'	1955	-	-	1955-56
KONGA	N'DANA plaine	11° 47'	4° 42'	1955	0-1m	335.43	1955-56
KUO	DIGOUERA	(11° 40')	(4° 45')	1955	(0-2m)	-	1955-56
DOUGO	DINGASSO	11° 43'	4° 29'	1955	(0-2m)	-	1955
SANGOUE	SANA	11° 33'	5° 00'	(1954)	(0-2m)	-	-

() information fournie à titre indicatif.

Tableau n° 14.

Région de N'DOROLA. Equipements hydrométriques réalisés en 1974.

Rivière	Station	Coordonnées géographiques		Date d'installation	Batterie d'échelles et limni-graphe	Cote N.G.H.V. du zéro des échelles	période observée
		latitude nord	longitude ouest				
KOKOULANI	KAYA	11° 50'	4° 44'	22-07-1974	4-5 m	-	1974-76
SESSE - N	DIONKELE	11° 47'	4° 44'	17-07-1974	0-4 m	333.17	1974-76
KONGA plaine	N'DANA	11° 47'	4° 42'	17-07-1974	1-2 m	334.33	1974-76
SESSE - N	C.F.A.	11° 48'	4° 47'	7-07-1974	6-8 m	324.64	1974-76
SESSE - S	TEOULE	11° 44'	4° 46'	1954	0-1 m 1-2 m 2-3 m	331.47 330.21 329.52	1974-76
SESSE	SOFINA	11° 50'	4° 55'	11-07-1974	0-1 m 8-9 m	328.08 320.08	1974-76
SESSE	FANBERELA	11° 50'	4° 56'	11-07-1974	6-9 m	321.92	1974-76
SESSE	KARAMASSASSO	11° 49'	4° 50'	11-07-1974 9-07-1974	Limnigraphie 0-4 m	328.19	1974-76
SESSE	Amont KARAMASSASSO	11° 49'	4° 50'	10-07-1974	Limnigraphie 6-9 m	322.19	1974-76
DOUGO	Aval DINGASSO	11° 43'	4° 29'	6-07-1974	Limnigraphie 0-2 m	-	1974-76
KONGA	N'DANA	11° 47'	4° 41'	6-07-1974	Limnigraphie 0-2 m	-	1974-76
OUZOU	KOUEREDENI	11° 44'	4° 38'	6-07-1974	Limnigraphie 0-2 m	-	1974-76
KUO	DIGUERA	11° 40'	4° 45'	7-07-1974	Limnigraphie 0-2 m	-	1974-76
DOUGBE	DIGUERA	11° 41'	4° 44'	7-07-1974	Limnigraphie 0-2 m	-	1974-76
SESSE - N	SOKOULANI	11° 48'	4° 48'	1975	Limnigraphie 0-2 m	329.08	1975-76
rive droite SESSE - S	N'DOROLA	11° 45'	4° 47'	1975	2-4 m	326.97	1975-76
rive gauche							

Tableau n° 15.

Région de N'DOROLA. Equipements hydrométriques réalisés en 1981.

Rivière	Station	Coordonnées géographiques		Date d'installation	Batterie d'échelles et limnigraphe	Cote N.G.H.V. du zéro des échelles	période observée
		latitude nord	longitude ouest				
KOKOULANI	KAYA	11°50'20"	04°44'10"	17-05-1981	4 à 5 m	-	1981-83
SESSE - N	DIONKELE	11°47'40"	04°43'30"	17-05-1981	Limnigraphe		
SESSE - S	TEOULE	11°44'20"	04°46'10"	23-05-1981	1 - 2 m	333.17	1981-83
<u>SESSE</u>	FANBERELA	11°49'40"	04°51'30"	1954	0 - 1 m	331.42	1981-83
<u>SESSE</u>	<u>KARAMASSASSO</u>	11°48'50"	04°49'40"	11-04-1981	0 - 4 m	326.92	1981-83
	Amont			11-04-1981	Limnigraphe		
<u>SESSE</u>	<u>KARAMASSASSO</u>	11°48'50"	04°49'40"	1974	0 - 4 m	328,19	1981-83
	Aval			15-04-1982	Limnigraphe		
<u>SESSE</u>	<u>KARAMASSASSO</u>	11°48'50"	04°49'40"	11-04-1981	0 - 4 m	328.37	1981-83
				11-04-1981	Limnigraphe		
<u>DOUGOU</u>	<u>DINGASSO</u>	11°42'40"	04°49'10"	13-04-1981	0 - 3 m	-	1981-83
	réinstallation			13-04-1981	Limnigraphe		
KONGA	N'DANA	11°47'40"	04°41'30"	18-05-1981	0 - 2 m	-	1981-83
	réinstallation				Limnigraphe		
KUO	DIGOUERA	11°39'40"	04°45'00"	12-04-1981	0 - 2 m	-	1981-83
	réinstallation				Limnigraphe		
GORO	KOUROUMA	11°34'00"	04°51'30"	13-04-1981	0 - 2 m	-	1981-83
					Limnigraphe		
<u>SELEDOGO</u>	<u>N'GOROLANI</u>	11°30'50"	05°08'40"	14-04-1981	0 - 4 m	-	1981-83
					Limnigraphe		
SELEDOGO	LELASSO	11°33'20"	05°04'20"	27-05-1981	0 - 4 m	-	1981-83
					Limnigraphe		
<u>SELEDOGO</u>	<u>S'MAIRI</u>	11°36'10"	05°04'20"	15-04-1981	0 - 4 m	-	1981-83
					Limnigraphe		
LONGO	NIAMANA	11°41'20"	05°10'30"	16-04-1981	0 - 9 m	-	1981-83
					Limnigraphe		
SELEDOGO	LELASSO	11°32'50"	05°05'30"	29-04-1981	0 - 5 m	-	1981-83
TIEMOUNOU	SOUROU	11°25'30"	05°06'10"	27-04-1981	0 - 2 m	-	1981-83
<u>SANGUE</u>	<u>FAKARA</u>	11°33'30"	05°00'00"	1982	1 - 3 m	-	1982-83
	SANA						

Les stations soulignées ont été retenues pour que des observations y soient poursuivies après 1983.

2.2.2. Historique des observations.

- Période 1954 - 1956.

La Section Technique du Génie Rural de HAUTE-VOLTA (Ingénieur G. MATON) fût le premier organisme à s'intéresser à l'aménagement hydraulique de la plaine de NIENA-DIONKELE en posant le problème du contrôle des apports dans cette plaine.

Afin de connaître les conditions de remplissage de la cuvette de NIENA-DIONKELE constituée en fait de plusieurs réservoirs séparés par des seuils, des échelles limnimétriques furent placées en 1954-55 tout autour de la plaine et sur ses principaux affluents.

Les premières observations qui s'étalent sur trois ans, de 1954 à 1956, furent donc exclusivement des mesures de niveaux d'eau complétées par des profils et relevés topographiques pour l'estimation du volume des apports.

Les levés topographiques effectués à cette époque (carte au 1/2 000ème servant encore de documents de base aux estimations des surfaces inondées et des volumes emmagasinés dans la plaine en amont du barrage de KARAMASSASSO.

Parmi les trois années observées, l'année 1954 paraît particulièrement intéressante puisque sa pluviométrie annuelle aurait une période de retour de l'ordre de 20 à 30 ans parmi les années humides.

- Période 1974 - 1976.

Suite à la signature en 1974 d'une convention entre l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.C.M.) et la Direction de l'Hydraulique et de l'Aménagement de l'Espace Rural (H.A.E.R.), financée par la Banque Mondiale, les premières observations complètes de hauteurs et de débits ont été réalisées en 1974, 1975 et 1976 par l'ORSTOM dans la plaine de NIENA-DIONKELE et sur les principaux affluents de cette plaine.

Parmi les observations effectuées sur cette période, l'année 1975 paraît particulièrement intéressante : bien que la période de retour de sa pluviométrie annuelle ne soit que d'une année sur 3, elle présente une pluviométrie journalière maximale de l'ordre de 120 millimètres dont la période de récurrence est de 1 année sur 20.

- Période 1981 - 1983.

Suite à la signature d'une seconde convention entre l'CRSTOM et la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural de Haute-Volta, les observations limnimétriques et hydrométriques ont repris dans la plaine de NIENA-DIONKELE et sur ses affluents pour les années 1981, 1982 et 1983.

Le réseau des stations hydrologiques a été étendu sur cette période aux plaines de FOULASSO-LELASSO et à leurs affluents.

A cette occasion, une collaboration fructueuse s'est établie entre l'O.R.S.T.O.M. et le Service Hydrologique de la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural, une équipe H.E.R. étant basée à SINDOU avec pour charge les observations du secteur SUD, l'équipe O.R.S.T.O.M. étant basée à N'DOROLA avec pour charge les observations du secteur NORD.

Le contrôle technique des opérations est resté à la charge de l'O.R.S.T.O.M. pendant toute la durée de la convention ainsi que l'élaboration des débits et la rédaction des rapports.

Sur la période 1981-1983, les pluviométries annuelles en 1981 et 1983 sont de fréquence décennale sèche (récurrence 1 fois tous les 10 ans).

Les observations effectuées au cours de ces années apportent donc des renseignements très intéressants sur le régime des apports en années sèches.

Par contre la période 1981-83 n'apporte aucun renseignement complémentaire sur l'évacuation des eaux par la rivière SESSE à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.

- Observations futures.

Le contrôle des niveaux d'eau dans la plaine de NIENA-DIONKELE par ouverture ou fermeture des vannes du barrage de KARAMASSASSO nécessite un suivi régulier de l'évolution du plan d'eau.

La prévision à la montée du plan d'eau nécessite également des observations pluviométriques et hydrométriques complémentaires.

Afin de satisfaire ces besoins, un réseau minimal de stations hydrométriques et pluviométriques a été retenu en accord avec le Projet rizicole de NIENA-DIONKELE et le Service Hydrologique de la Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural de Bobo-Dioulasso.

Ce réseau comprend les stations du SESSE à KARAMASSASSO à l'amont du barrage et du DOUGO à DINGASSO pour l'enregistrement continu des niveaux d'eau.

En outre, pour calculer avec exactitude les débits déversés ou évacués par l'ouvrage de KARAMASSASSO, il est indispensable de connaître les variations du plan d'eau à l'aval du barrage. L'observation des cotes du plan d'eau dans la plaine de NIENA-DIONKELE peut également se révéler intéressante pour adapter localement la hauteur des digues aux risques d'inondation.

Au fur et à mesure de l'édification des digues de protection, les volumes disponibles pour l'écrêtage des crues risquent de diminuer et certaines zones de l'aménagement, initialement bien protégées, peuvent se révéler plus vulnérables. Pour toutes ces raisons il est hautement souhaitable que les observations de l'évolution des cotes dans la plaine de NIENA-DIONKELE soient effectuées du mois d'août au mois d'octobre sur toutes les échelles installées dans la plaine.

Enfin, dans le souci de préparer à long terme l'aménagement du secteur sud comprenant les plaines de FOULASSO et LELASSO, un réseau minimal de stations hydrométriques et pluviométriques a été défini par accord entre le Service Hydrologique de la Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (Mr. KAM SIE, Ingénieur à Bobo-Dioulasso) et le Projet Rizicole de NIENA-DIONKELE (M. KELEMORY, Directeur du projet).

Le réseau hydrométrique minimal de ce secteur comprend les stations du SELEDOGO à S'MAIRI et à N'GOROLANI pour l'enregistrement en continu des niveaux d'eau et la station limnimétrique de AKARA, encore appelé SANA, pour l'observation journalière de l'évolution du plan d'eau de la vaste retenue naturelle de FOULASSO.

La gestion de ce réseau nécessite pour le Projet Rizicole de NIENA-DIONKELE un soutien logistique de la part du Service Hydrologique H.E.R. de Bobo-Dioulasso en particulier en ce qui concerne les mesures de débit, l'élaboration des données et leur interprétation.

Chapitre 3.

Pluviométrie.

- 3.1. Pluviométrie annuelle
- 3.2. Pluviométrie mensuelle
- 3.3. Pluviométrie journalière.

3. Pluviométrie dans la région de N'DOROLA.

3.1. Pluviométrie annuelle.

3.1.1. Pluviométrie annuelle aux postes de longue durée.

Les postes de longue durée de la région de N'DOROLA sont les suivants :

- le poste de N'DOROLA - DIONKELE, installé à DIONKELE de 1954 à 1964 puis à N'DOROLA de 1965 à 1983,

- le poste de KOURROUMA, installé à KOURROUMA depuis 1960 et observé sans interruption jusqu'en 1983,

- le poste de SAMOROGOUAN, installé à SAMOROGOUAN depuis 1967 et observé sans interruption jusqu'en 1983.

Nous nous sommes livré tout d'abord à une petite critique des pluviométries annuelles par la méthode des doubles cumuls (cahier ORSTOM série Hydrol. Vol VIII, n° 4, 1971). Les pluviométries annuelles des 3 postes sont consignées sur les tableaux n° 17 et 18 pages 53 et 54.

Les résultats de cette critique apparaissent clairement sur les figures n° 11, 12 et 13 pages 55 et 56.

Les relevés aux postes de BOBO-DIOULASSO, SAMOROGOUAN et KOURROUMA apparaissent homogènes pour toute leur période d'observations.

Les relevés au poste de DIONKELE-N'DOROLA apparaissent hétérogènes et peuvent être scindés en deux périodes distinctes : la période 1954-1964 correspondant au poste de DIONKELE et la période 1965-1983 correspondant au poste de N'DOROLA.

Afin d'homogénéiser les deux séries, la première période 1954-1964 a été multipliée par un coefficient correctif et nous avons consigné sur le tableau n° 17 page 53 la série pluviométrique annuelle homogénéisée du poste de N'DOROLA.

Après critique des pluviométries annuelles, des corrélations linéaires ont été établies entre les pluviométries annuelles aux postes de N'DOROLA et KOURROUMA puis entre les pluviométries annuelles aux postes de N'DOROLA et SAMOROGOUAN.

Les résultats de ces corrélations sont les suivants :

- couple N'DOROLA - SAMOROGOUAN

variable x = pluies annuelles à N'DOROLA

variable y = pluies annuelles à SAMOROGOUAN

n = nombre d'années communes

\bar{x} = valeur moyenne de x

\bar{y} = valeur moyenne de y

s_x = écart - type de x

s_y = écart - type de y

r_{xy} = coefficient de corrélation entre x et y

$n = 17$ $\bar{x} = 967 \text{ mm}$ $\bar{y} = 1048 \text{ mm}$

$r_{xy} = 0,765$ $s_x = 151 \text{ mm}$ $s_y = 163 \text{ mm}$

$y = 1,105 x - 21$ droite de corrélation

La droite de corrélation est obtenue en minimisant le carré des distances des points $m(x,y)$ à la droite de corrélation $y = a x + b$.

. couple N'DOROLA - KOURROUMA.

variable x = pluies annuelles à N'DOROLA

variable y = pluies annuelles à KOURROUMA

$n = 24$ $\bar{x} = 982 \text{ mm}$ $\bar{y} = 996 \text{ mm}$

$r_{xy} = 0,679$ $s_x = 151 \text{ mm}$ $s_y = 146 \text{ mm}$

$r = 0,9517$ $x + 60,8$ droite de corrélation.

Le calcul des paramètres des droites de corrélation permet de compléter les pluviométries annuelles des postes de KOURROUMA et SAMOROGOUAN.

Les résultats de ce complètement sont consignés sur le tableau n° 18 page 54.

Tableau n° 16

Historique des postes pluviométriques

[illegible]

Tableau n° 17

Pluviométries annuelles aux postes de DIONKELE-N'DOROLA et BOBO-DIOULASSO.
Pluviométries annuelles au poste de N'DOROLA après homogénéisation.

Année	Pluviométries annuelles		
	DIONKELE N'DOROLA	BOBO-DIOULASSO	N'DOROLA série homogène
1954	1 341.3	1 440	* 1 274
55	1 197.4	1 200	* 1 137
56	1 145.2	970	* 1 087
57	1 289.8	1 471	* 1 225
58	1 237.7	1 047	* 1 175
59	844.9	803	* 802
1960	1 218.1	1 243	* 1 157
61	882.7	1 103	* 838
62	949.8	928	* 902
63	1 136.4	1 237	* 1 079
64	1 341.4	1 359	* 1 274
65	947.4	1 029	947
66	933.9	1 150	934
67	1 097.6	1 087	1 098
68	1 166.8	1 415	1 167
69	1 133.8	1 078	1 134
1970	1 129.9	1 404	1 130
71	825.7	964	826
72	823.4	894	823
73	720.8	889	721
74	1 017.4	1 084	1 017
75	1 099.2	888	1 099
76	1 124.2	(996)	1 124
77	740.2	835	740
78	910.6	1 003	911
79	973.3	1 066	973
1980	1 037.8	841	1 038
81	822.1	1 042	822
82	1 009.2	948	1 009
83	809.5	778	810

(996) valeur douteuse

* valeur corrigée.

Tableau n° 18

Pluviométries annuelles aux postes longues durées

Année	N'DOROLA	KOUROUMA	SAMOROGUAN	ORODARA
1949	* 900	* 917	* 974	* 1 100
1950	* 900	* 917	* 974	* 1 100
51	* 1 200	* 1 203	* 1 305	* 1 200
52	* 1 100	* 1 108	* 1 195	* 1 500
53	* 1 000	* 1 013	* 1 084	* 1 100
54	* 1 274	* 1 273	* 1 387	1 337
55	* 1 137	* 1 145	* 1 235	1 098
56	* 1 087	* 1 095	* 1 180	1 117
57	* 1 225	* 1 227	* 1 333	1 350
58	* 1 175	* 1 179	* 1 277	1 313
59	* 802	* 824	* 865	1 140
1960	* 1 157	1 011	* 1 257	1 279
61	* 838	976	* 905	* 1 100
62	* 902	976	* 975	1 406
63	* 1 079	1 051	* 1 171	1 212
64	* 1 274	1 183	* 1 387	1 374
65	947	905	* 1 025	1 155
66	934	1 061	* 1 011	1 122
67	1 098	1 029	1 034	955
68	1 167	1 315	1 339	* 1 300
69	1 134	1 059	1 047	1 135
1970	1 130	1 167	1 388	1 175
71	826	732	1 036	826
72	823	981	912	875
73	721	717	788	943
74	1 017	1 042	1 020	1 020
75	1 099	1 121	* 1 073	1 373
76	1 124	1 017	1 160	1 340
77	740	957	* 970	916
78	911	1 160	1 026	1 153
79	973	910	1 202	1 296
1980	1 038	872	1 132	1 037
81	822	980	880	996
82	1 009	970	989	1 190
83	810	* 705	* 815	* 850

* valeur corrigée ou complétée.

Figure n°11

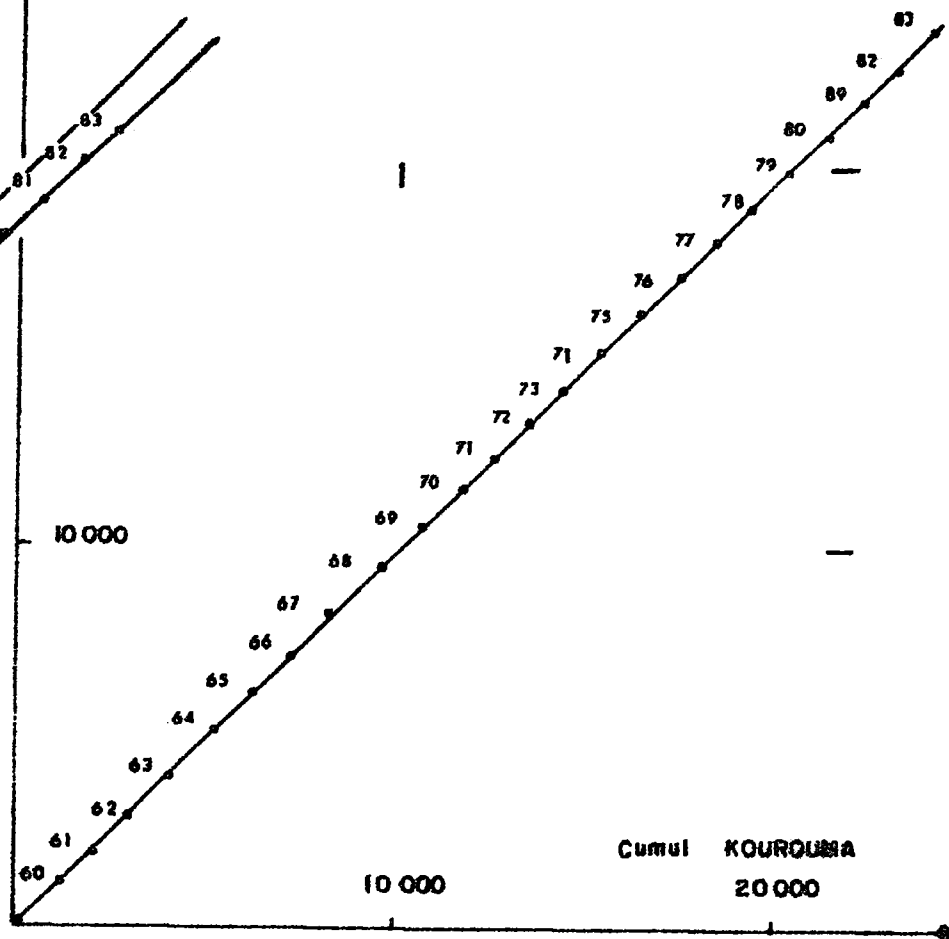
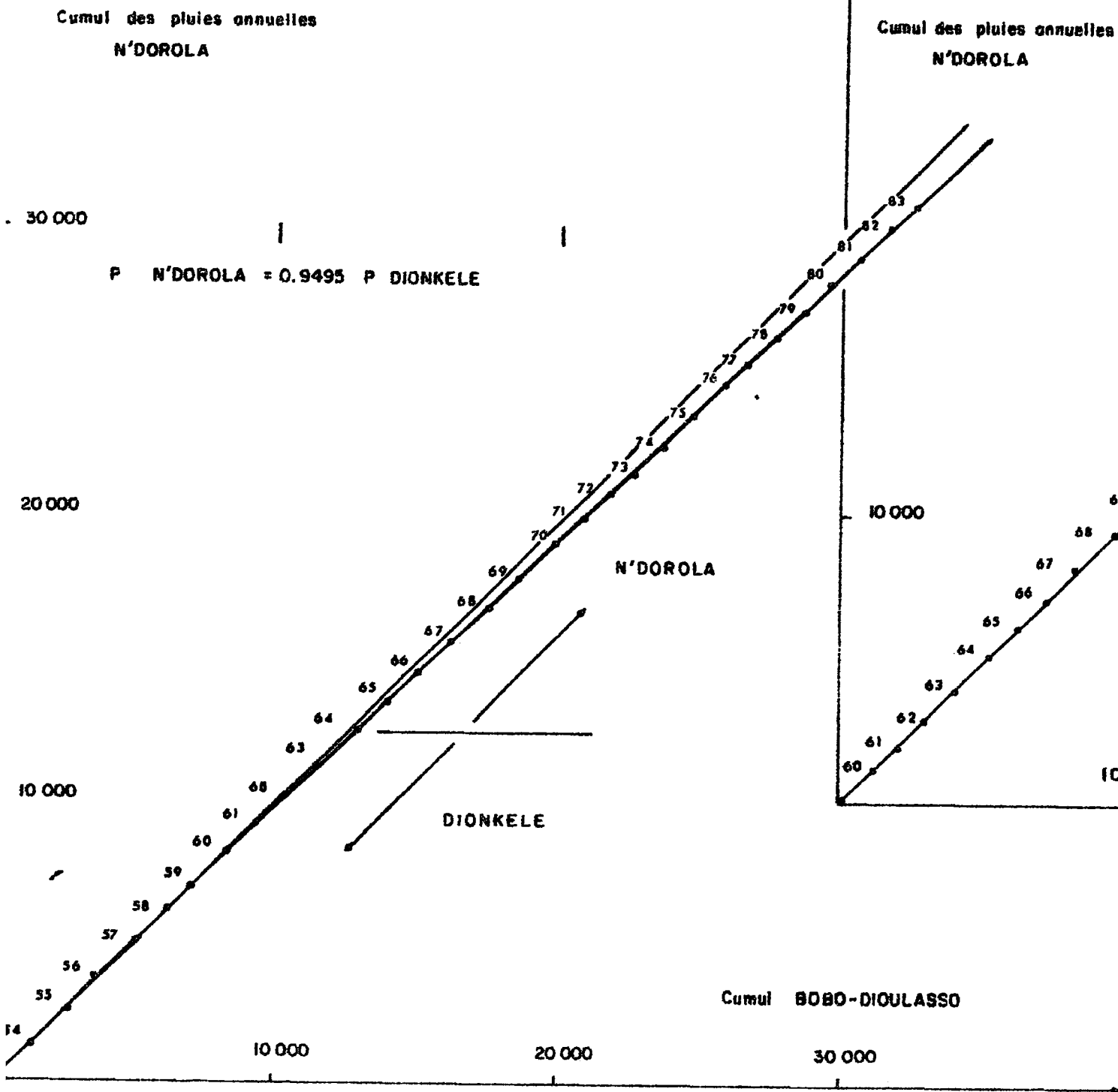


Figure n°12

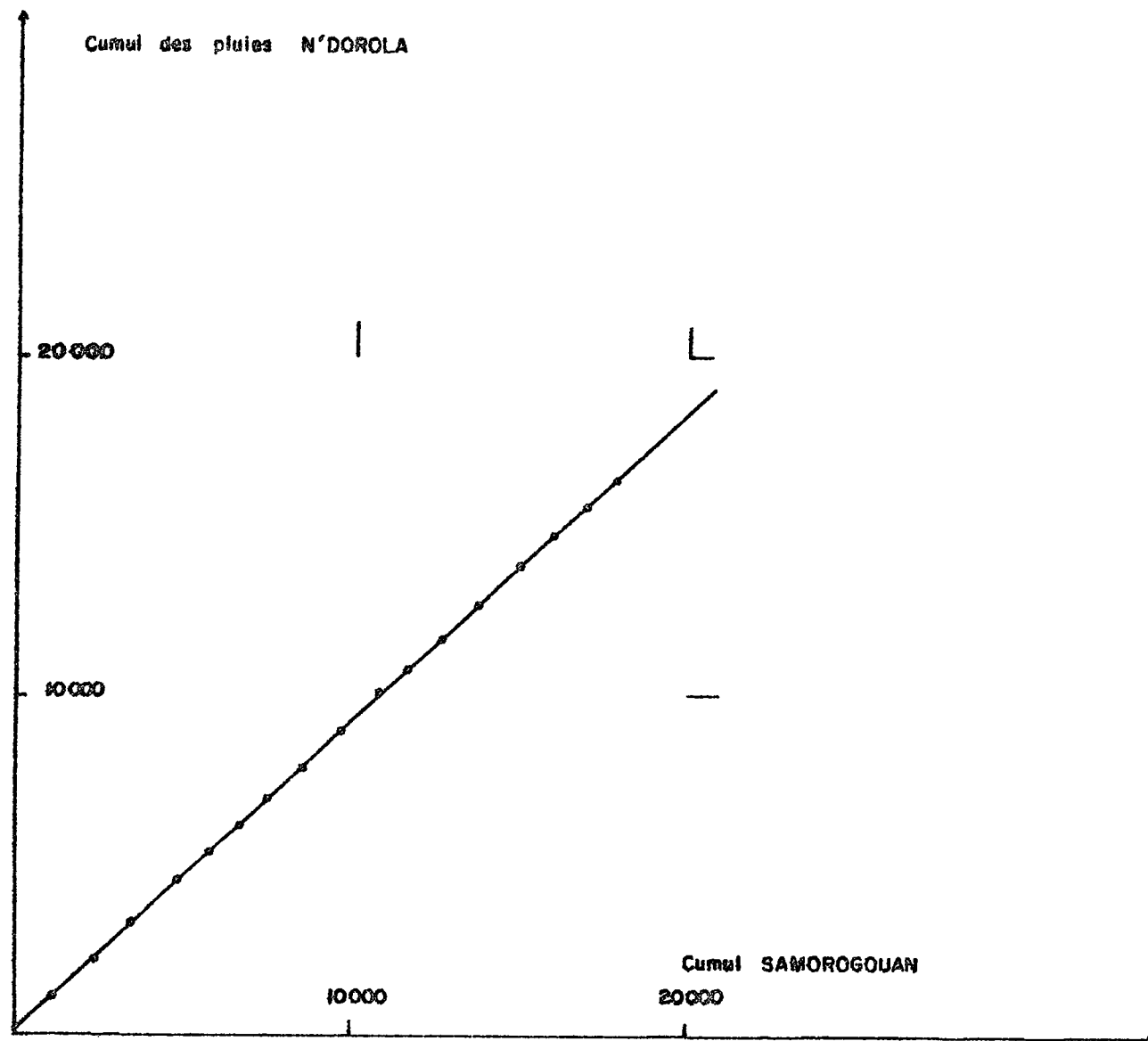


Figure n°13

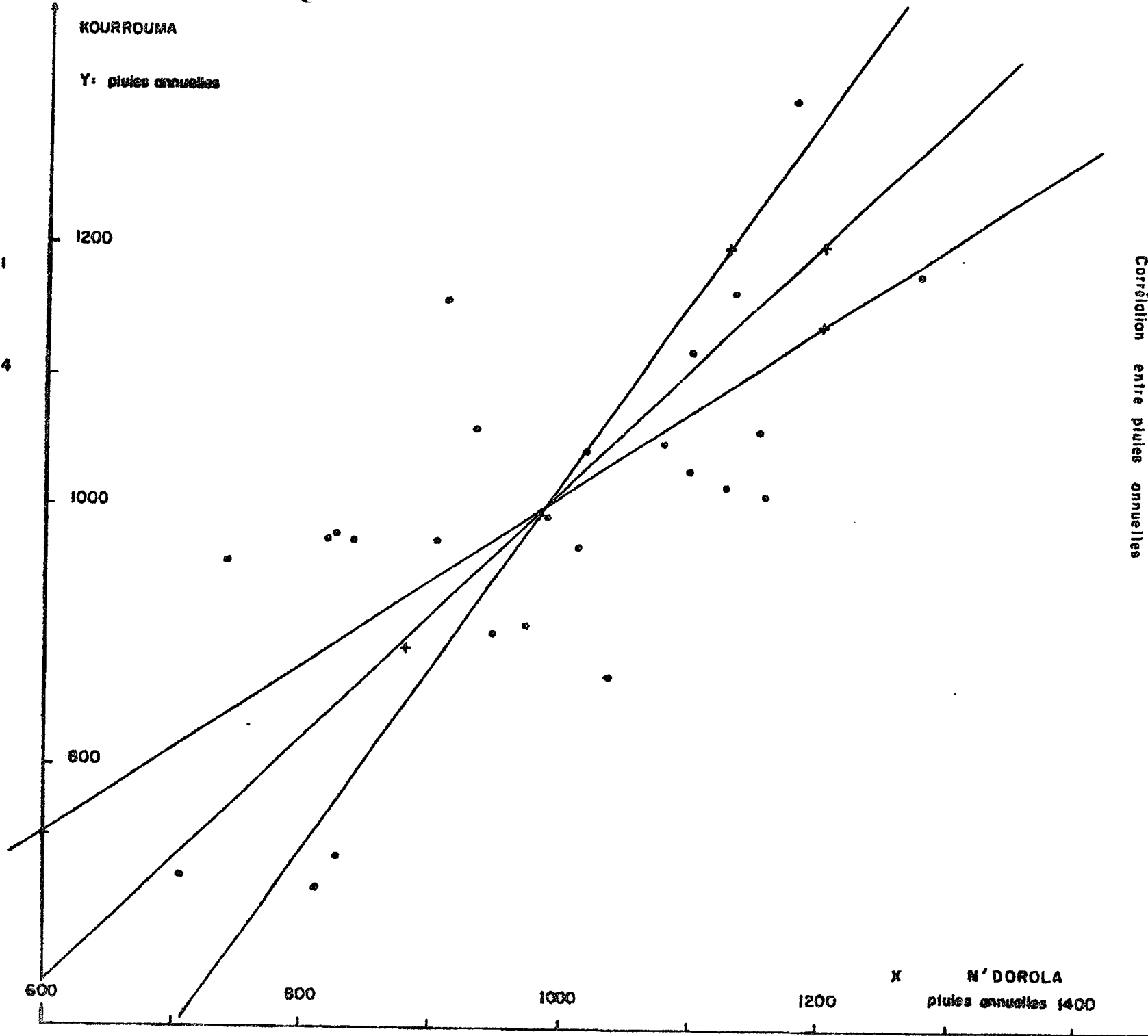
KOURROUMA

Y: pluies annuelles

Droite orthogonale
 $Y = 0.952 X + 61$

Droite y/x
 $Y = 0.6562 X + 351$

Droite x/y
 $X = 0.7015 Y + 284$



Corrélation entre pluies annuelles

Figure n°14

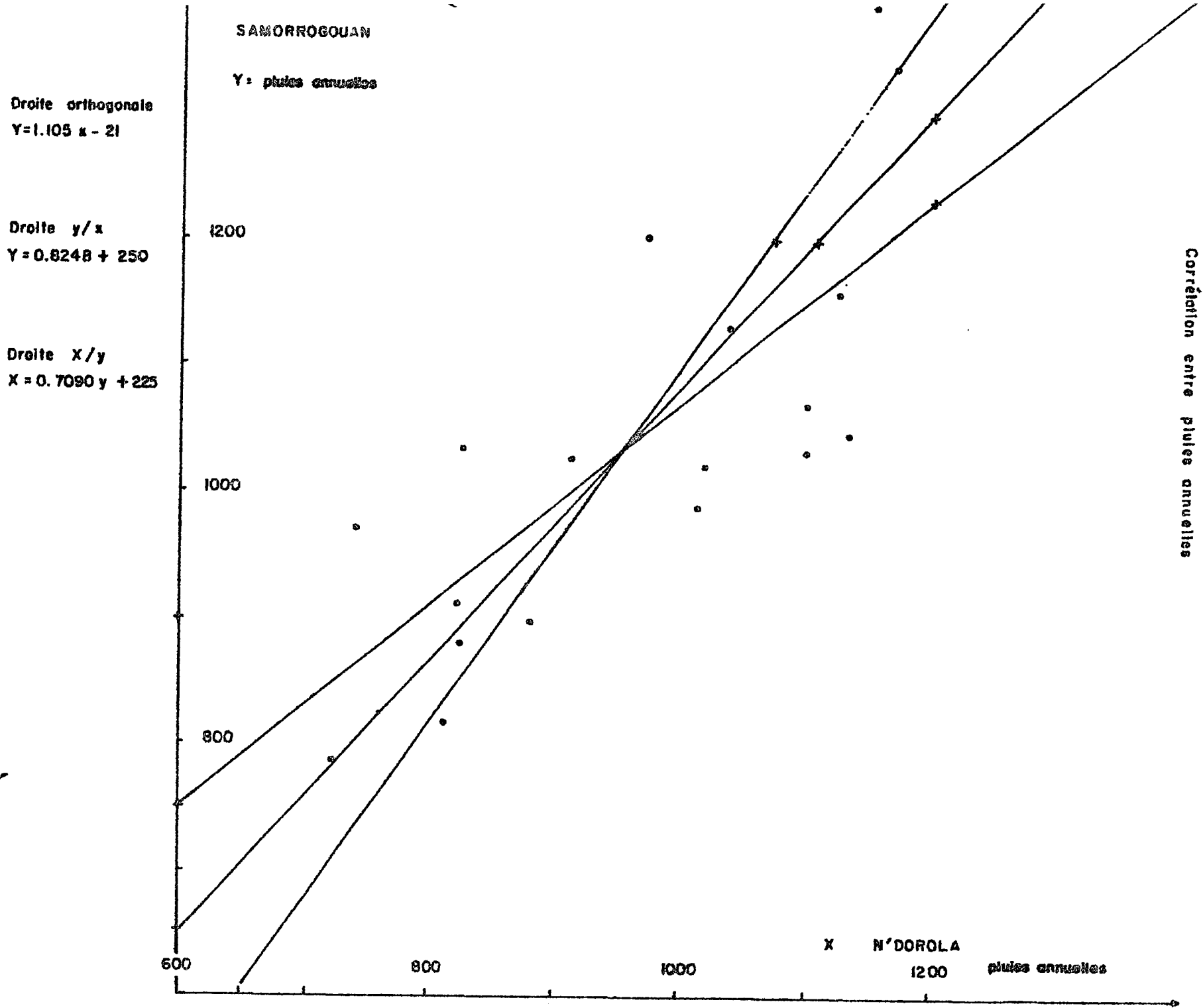


Figure n° 13

3.1.2. Statistiques des pluviométries annuelles
aux postes de longue durée.

Au tableau n° 19 page 60 nous avons présenté l'étude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de N'DOROLA.

L'échantillon comprend 35 valeurs, la moyenne interannuelle est $\bar{x} = 1011 \text{ mm}$, l'écart-type de l'échantillon est $s_x = 155 \text{ mm}$.

Pour le poste de KOURROUMA, par extension de la série observée, on obtient les résultats suivants ; correspondant au tableau n° 20 page 61 :

moyenne observée sur 24 ans $\bar{x}_{24} = 995,7 \text{ mm}$

moyenne estimée sur 35 ans $\bar{x}_{35} = 1023 \text{ mm}$

écart-type observé $s_{24} = 146 \text{ mm}$

$s_{35} = 148 \text{ mm}$

Pour le poste de SAMOROGOUAN, par extension de la série observée on obtient les résultats suivants ; correspondant au tableau n° 21 page 62 :

moyenne observée sur 17 ans $\bar{x}_{17} = 1047,7 \text{ mm}$

moyenne estimée sur 35 ans $\bar{x}_{35} = 1096 \text{ mm}$

écart-type observé sur 17 ans $s_{17} = 163 \text{ mm}$

écart-type estimé sur 35 ans $s_{35} = 165 \text{ mm}$.

Tableau n° 19

Etude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de N'DOROLA.

Année	Rang	Fréquences $F = (n-1/2)/N$	Pluie annuelle en mm
1964	1	0.0143	1 274
1954	2	0.0429	1 274
1957	3	0.0714	1 225
1951	4	0.1000	1 200
1958	5	0.1286	1 175
1968	6	0.1571	1 167
1960	7	0.1857	1 157
1955	8	0.2143	1 137
1969	9	0.2429	1 134
1970	10	0.2714	1 130
1976	11	0.3000	1 124
1952	12	0.3286	1 100
1975	13	0.3571	1 099
1967	14	0.3857	1 098
1956	15	0.4143	1 087
1963	16	0.4429	1 079
1980	17	0.4714	1 038
1974	18	0.5000	1 017
1982	19	0.5286	1 009
1953	20	0.5571	1 000
1979	21	0.5857	973
1965	22	0.6143	947
1966	23	0.6429	934
1978	24	0.6714	911
1962	25	0.7000	902
1949	26	0.7286	900
1950	27	0.7571	900
1961	28	0.7857	838
1971	29	0.8143	826
1972	30	0.8429	823
1981	31	0.8714	822
1983	32	0.9000	810
1959	33	0.9286	802
1977	34	0.9571	740
1973	35	0.9857	721

moyenne = 1011 mm = \bar{X}

écart type = 155 mm = s_x

coefficient de variation = 0,15

pour une probabilité
de 95 %.

$989 < \bar{X} < 1033$

$132 < s_x < 198$

Tableau n° 20

Etude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de KOURROUMA.

Année	Rang	Fréquences $f = (n-1/2)/N$	Pluie annuelle en mm
1968	1	0.0208	1 315
1964	2	0.0625	1 183
1970	3	0.1042	1 167
1978	4	0.1458	1 160
1975	5	0.1875	1 121
1966	6	0.2292	1 061
1969	7	0.2708	1 059
1963	8	0.3125	1 051
1974	9	0.3542	1 042
1967	10	0.3958	1 029
1976	11	0.4375	1 017
1960	12	0.4792	1 011
1972	13	0.5208	981
1980	14	0.5625	980
1961	15	0.6042	976
1962	16	0.6458	976
1982	17	0.6875	970
1977	18	0.7292	957
1979	19	0.7708	910
1965	20	0.8125	905
1980	21	0.8542	872
1971	22	0.8958	732
1973	23	0.9375	717
1983	24	0.9792	705

$N = 24$ ans

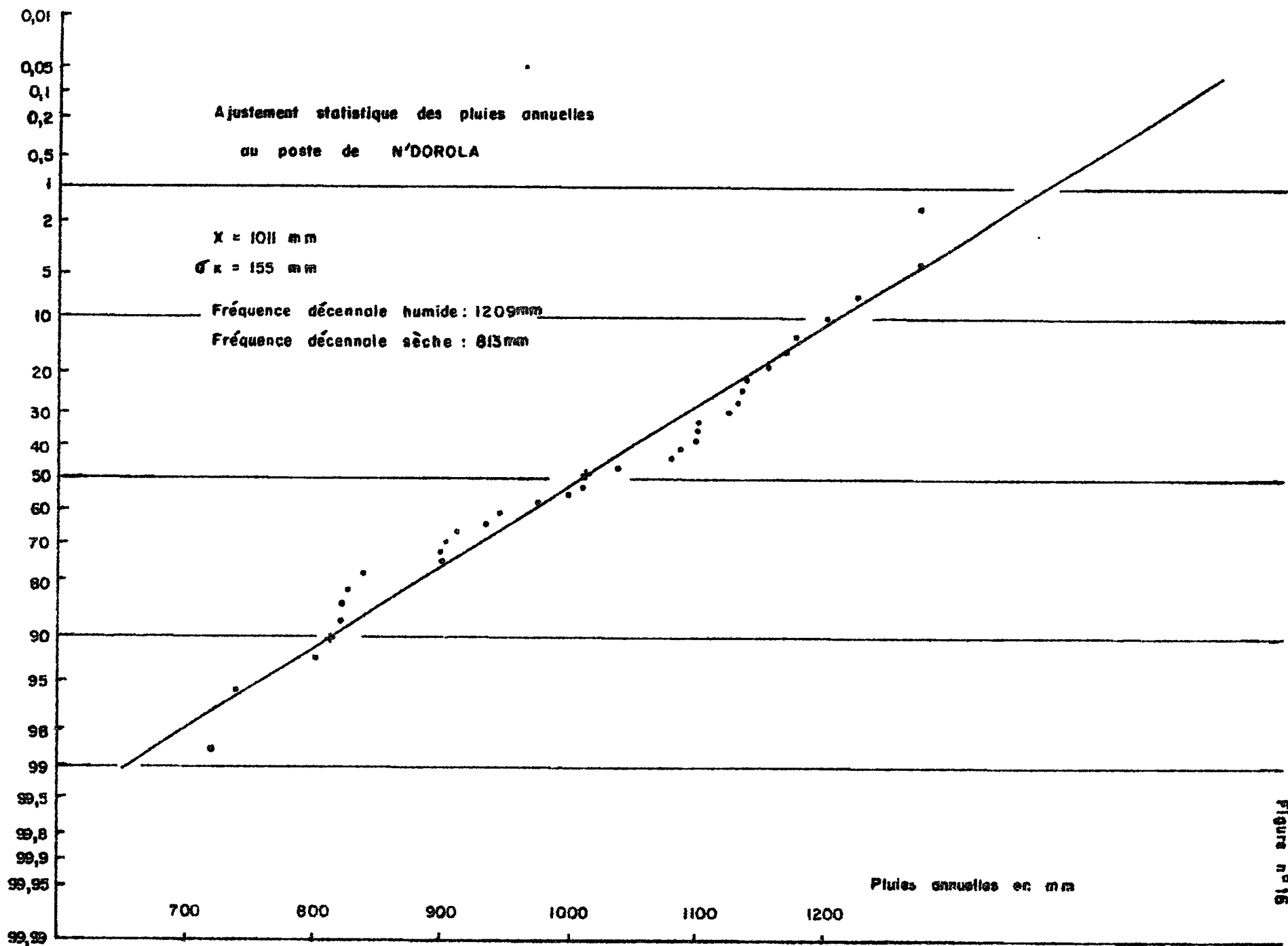
$\bar{x} = 995,7$ mm $s_x = 146$ mm

Tableau n° 21

Etude statistique de la pluviométrie annuelle au poste de SAMOROGOUAN.

Année	Rang	Fréquences $f = (n-1/2)/N$	Pluie annuelle en mm
1970	1	0.0294	1 388
1968	2	0.0882	1 339
1979	3	0.1470	1 202
1976	4	0.2059	1 160
1980	5	0.2647	1 132
1975	6	0.3235	1 073
1969	7	0.3824	1 047
1971	8	0.4412	1 036
1967	9	0.5000	1 034
1978	10	0.5588	1 026
1974	11	0.6176	1 020
1982	12	0.6765	989
1977	13	0.7353	970
1972	14	0.7941	912
1981	15	0.8529	880
1983	16	0.9118	815
1973	17	0.9706	788

$$N = 17 \text{ ans } \bar{x} = 1047,7 \text{ mm} \quad s_x = 163 \text{ mm}$$



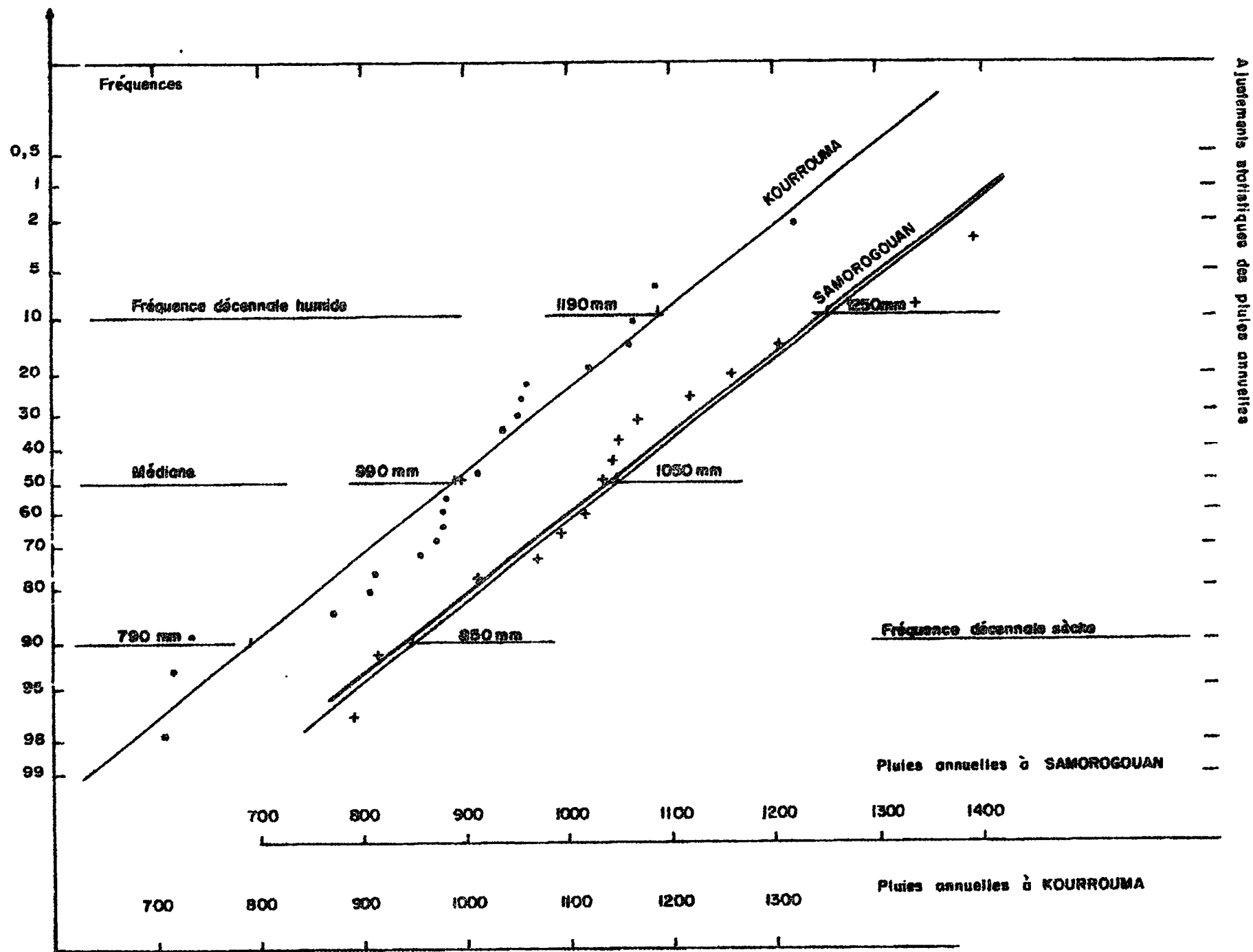


Figure n°17

3.1.3. Pluviométrie annuelle aux postes pluviométriques
de la région de N'DOROLA sur les périodes 1974-76.
et 1981-83.

Pendant les années 1974 à 1976 et 1981 à 1983, les observations effectuées aux pluviomètres installés sur les bassins versants de la région de N'DOROLA couvrent seulement une partie de l'année, en général les mois d'avril à octobre ; elles sont consignées au tableau n° 22 page 66.

Si l'on désire reconstituer les pluies annuelles, il est nécessaire de comparer les totaux pluviométriques annuels des postes observés toute l'année : N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGOUAN, aux totaux pluviométriques observés à ces mêmes postes du mois d'avril au mois d'octobre.

Cette comparaison est effectuée sur le tableau n° 23 page 67 avec un calcul des écarts entre le total pluviométrique du mois d'avril au mois d'octobre et les totaux pluviométriques annuels.

Au tableau n° 24 page 68 sont consignés les totaux pluviométriques annuels reconstitués pour les années 1974, 1976, 1981, 1982 et 1983 à tous les postes pluviométriques installés dans la région de N'DOROLA. En dernière colonne de ce tableau a été inscrite la moyenne pluviométrique interannuelle sur la période 1981-83.

Sur la figure 18 page 69 ont été dessinées les isohyètes interannuelles sur la période 1981-83.

L'étude statistique des pluviométries annuelles aux postes de N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGOUAN a permis une estimation de leurs pluviométries moyennes interannuelles sur une période de 35 ans.

Théoriquement, pour obtenir une estimation correcte de la pluviométrie moyenne interannuelle aux divers postes de la région de N'DOROLA, il faudrait procéder à la même étude statistique des corrélations interpostes que précédemment. Compte tenu du petit nombre d'années observées : 3 ans à 6 ans, nous procéderons à une estimation plus grossière mais plus rapide en supposant que les pluviométries moyennes interannuelles sur deux périodes différentes et pour deux postes voisins sont dans le même rapport. En toute rigueur cette hypothèse est erronée mais elle se trouve d'autant mieux vérifiée que les postes sont voisins ($b = 0$ dans la droite de corrélation $y = a x + b$).

Les résultats de l'estimation des pluviométries moyennes interannuelles aux postes de la région de N'DOROLA sont regroupés sur la figure n° 6 page 20 avec le tracé des isohyètes interannuelles.

Tableau n° 22

Pluviométrie d'avril à octobre en millimètres sur le bassin
versant du LONGO à NIAMANA.

postes	Année 1974 avril-oct.	Année 1975 avril-oct.	Année 1976 avril-oct.	Année 1981 avril-oct.	Année 1982 avril-oct.	Année 1983 avril-oct.	Année 1981-83 avril-oct.
TO DAN		* 1 020	904	650	833	793	759
PL KOU	* 823	* 995	1 025	827.9	945.5	727.2	834
PL NDA			865.4	842.9	887.3	801.2	844
PL NIE				822.6	848.1	784.7	818
PG KUO	* 1 044	* 1 257.7	966			686.9	
PL DIN	* 989	* 1 016	1 054	834.8	1 106.7	642.3	861
PL SOU		* 914	725	847.8	1 048.8	745.1	881
PL FAD		* 953	1 048	814.2	868.8	673.9	786
PG NDC	940.5	1 159.5	1 080.4	793.5	933.0	770.6	832
PG CFA	974.8	1 219.7	1 052	877.3	853.5	643.5	791
PL KAY		* 916	800	839.2	832.4	611.1	761
PL KAR	* 947	* 932	911.1	794.9	952.5	663.8	804
TO SOF				823.0	904	638.0	790
PL FAN				798.7	857.1	622.8	760
TO ZAN				936	988	815.0	913
PG KOU	* 958	1 034	1 114	920	937.5	695.1	851
TO FAN				780	939	870.0	863
PL FOU				772.1	903.7	781.9	819
PL SAM				835.6	933.5	805.2	858
TO KON				797	985	896.0	893
PL SAN				786.7	879.3	788.8	818
PL KAR					854.1	681.9	
PG SOU				715.6	980.4	655.3	784
TO DIA				956	1 122	794.0	957
PL ZET					1 323.6	891.5	
TO ZET				1 241	1 179	859.0	1 093
PL FAM				994.0	998.4	774.7	922
PL NGO				958.4	812.1	750.3	840
PL BLE				749.6	822.4	838.0	803
TO SMA					890	910.0	
PG SMA				692	811.8	816.5	773
PG SIN				936.3	833.4	823.7	864
TO NIA				839	998	765.0	867
TO LON				769	882	947.0	866

* valeur estimée.

Tableau n° 23.

Comparaison des pluviométries annuelles et des pluviométries d'avril à octobre aux postes de N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGUAN.

Rubrique	N'DOROLA	KOURROUMA	SAMOROGUAN
Total 1974 avril-oct. 1974 écart.	1 017 941 76	1 042 1 004 38	1 020 1 005 15
Total 1975 avril-oct. 1975 écart.	1 099 1 049 50	1 121 1 096 25	1 073 1 053 20
Total 1976 avril-oct. 1976 écart.	1 124 1 121 3	1 017 1 014 3	1 160 1 148 12
Total 1981 avril-oct. 1981 écart	822 819 3	980 920 60	880 836 44
Total 1982 avril-oct. 1982 écart.	1 009 936 73	970 938 32	989 934 55
Total 1983 avril-oct. 1983 écart.	810 802 8	705 695 10	815 805 10

Tableau n° 24.

Estimation de la pluviométrie annuelle en millimètres du bassin
versant du LONGO à NIAMANA.

Postes	année 1974	année 1975	année 1976	année 1981	année 1982	année 1983	moyenne 1981-83
TO DAN		1 070	906	652	898	801	784
PL KOU	889	1 045	1 028	831	1 020	735	862
PL NDA			868	845	956	809	870
PL NIE				853	900	794	849
PG KUO	1 068	1 283	969			697	-
PL DIN	1 046	1 066	1 057	866	1 159	651	892
PL SOU		939	728	908	1 081	755	915
PL FAD		990	1 051	846	921	684	817
PG NDO	1 017	1 099	1 124	822	1 009	810	880
PG CFA	1 051	1 270	1 055	880	927	652	820
PL KAY		960	803	842	905	621	789
PL KAR	1 023	976	914	798	1 026	672	832
TO SOF				831	975	646	817
PL FAN				801	924	631	785
TO ZAN				939	1 061	823	941
PG KOU	1 042	1 121	1 017	980	970	705	885
TO FAN				840	983	880	901
PL FOU				822	948	792	854
PL SAM	1 020	1 073	1 160	380	989	815	895
TO KON				857	1 017	906	927
PL SAN				847	911	799	852
PL KAA					897	692	-
PG SOU				760	1 035	665	820
TO DIA				1 000	1 177	804	994
PL ZET					1 379	902	-
TO ZET				1 285	1 234	869	1 129
PL FAM				1 038	1 053	785	959
PL NGO				1 018	867	760	882
PL BLE				810	854	848	837
TO SMA					922	920	-
PG SMA				722	844	827	798
PG SIN				986	865	834	895
TO NIA				879	1 030	775	895
TO LON				789	914	957	887

ETUDE DES PLAINES DE NIENA DIONKELE
ET DE FOULASSO LELASSO

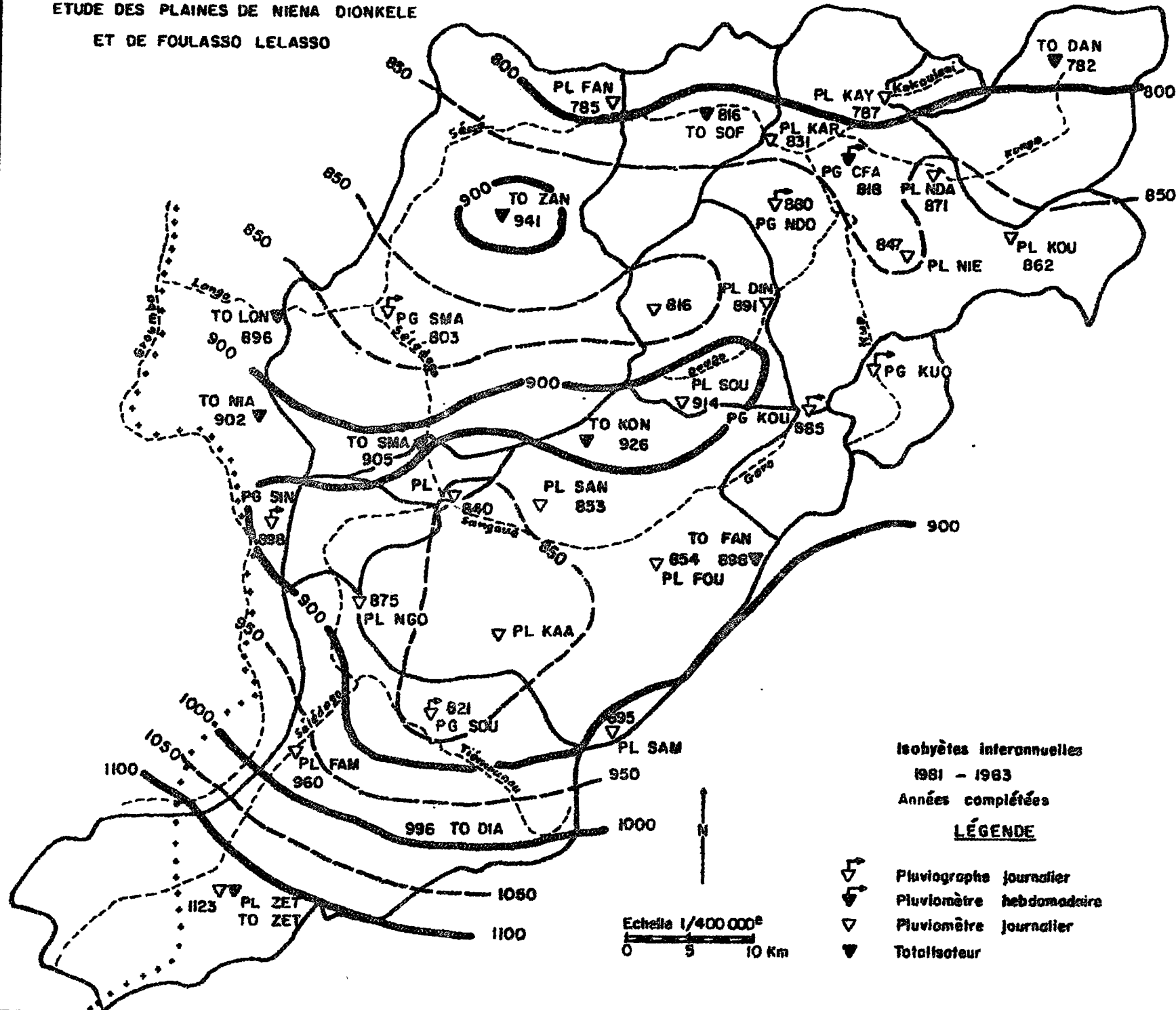


Figure n° 10

3.2. Pluviométrie mensuelle.

3.2.1. Pluviométries mensuelles observées aux postes de longue durée.

Nous avons consigné aux tableaux n° 25, 26 et 27 pages 71, 72, et 73, les pluviométries mensuelles observées aux postes de N'DOROLA, KOURROUMA et SAMOROGOUAN.

Les valeurs observées à DIONKELE entre les années 1954 et 1964 ont dû être corrigées dans le même rapport que les pluviométries annuelles à N'DOROLA et à DIONKELE de façon à homogénéiser la série au poste de N'DOROLA.

Afin de compléter les séries observées à KOURROUMA et à SAMOROGOUAN, quelques valeurs mensuelles ont été estimées.

3.2.2. Pluviométries mensuelles observées dans la région de N'DOROLA sur les périodes 1974-76 et 1981-83.

On se reportera aux rapports des campagnes où sont consignées toutes les valeurs pluviométriques journalières et mensuelles de chaque poste installé dans la région de N'DOROLA.

Un rappel des pluviométries mensuelles par bassin sera fait ultérieurement dans ce rapport dans le cadre de l'étude des apports et de leurs relations avec la pluviométrie.

Tableau n° 25.

Pluviométrie mensuelle en millimètres au poste de N'DOROLA.

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
* 54	0.0	0.0	0.0	0.0	116	121	236	486	253	59	3	0.0
* 55	0.0	16	44	44	63	155	397	179	206	23	0.0	10
* 56	0.0	18	22	31	51	115	308	282	175	67	18	0.0
* 57	0.0	0.0	0.0	38	102	124	291	323	287	45	15	0.0
* 58	0.0	0.0	0.0	48	58	109	333	309	238	56	24	0.0
* 59	0.0	0.0	0.0	1	184	82	149	266	108	6	6	0.0
* 1960	0.0	0.0	0.0	39	91	150	392	258	137	83	7	0.0
* 61	0.0	0.0	0.0	11	70	78	285	225	158	5	6	0.0
* 62	0.0	0.0	0.0	41	42	113	132	260	230	60	24	0.0
* 63	0.0	0.0	0.0	43	16	110	204	334	280	92	0.0	0.0
* 64	1.0	0.0	2.0	23	183	204	259	282	204	101	5	10
65	8.3	0.0	0.0	19.6	30.9	84.7	228.6	248.8	233.4	93.1	0.0	0.0
66	0.0	0.2	0.4	75.6	82.8	118.5	224.2	190.4	210.7	30.2	0.9	0.0
67	0.0	4.1	0.6	63.3	55.4	150.6	239.6	341.8	220.6	21.6	0.0	0.0
68	0.0	14.4	66.9	51.9	155.9	196.9	180.3	292.1	128.2	63.5	10.5	6.2
69	0.0	0.0	9.5	17.2	67.3	162.2	226.5	392.9	112.9	145.3	0.0	0.0
1970	0.0	0.0	1.8	36.0	95.5	203.2	228.4	372.9	162.3	29.8	0.0	0.0
71	0.0	0.5	22.6	60.1	56.4	110.5	160.3	228.6	108.4	23.8	0.0	54.5
72	0.0	0.9	0.0	60.5	199.0	76.8	166.4	166.9	89.8	64.0	0.0	0.0
73	0.0	0.0	3.7	22.0	145.1	23.7	220.9	170.4	123.2	11.8	0.0	0.0
74	0.0	0.0	76.9	26.5	23.7	219.9	224.6	288.4	139.2	18.2	0.0	0.0
75	0.0	0.0	40.6	13.7	46.5	115.2	390.1	183.5	267.8	32.3	9.5	0.0
76	1.1	0.0	0.7	114.8	131.9	124.7	201.4	300.3	120.2	128.0	1.1	0.0
77	20.9	0.0	0.0	28.4	44.2	42.4	251.0	161.2	152.6	39.5	0.0	0.0
78	0.0	0.0	13.4	43.2	80.8	71.6	239.1	220.2	203.4	34.0	4.5	0.4
79	0.0	0.0	7.6	4.8	132.7	257.5	191.8	172.2	167.3	28.8	10.6	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	100.5	124.8	88.6	175.2	420.5	63.4	64.8	0.0	0.0
81	0.0	2.9	0.0	5.6	122.0	103.2	200.3	232.3	142.3	13.5	0.0	0.0
82	0.0	9.3	37.6	106.0	98.8	172.5	250.0	198.7	67.5	42.8	26.0	0.0
83	0.0	3.4	2.6	59.5	44.3	168.0	145.3	238.5	140.4	6.1	1.4	0.0
Moyennes interannuelles	1.0	2.3	11.8	40.9	90.4	128.4	237.7	267.8	171.0	49.6	5.8	2.7

* les pluviométries mensuelles ont été corrigées dans le rapport des pluviométries annuelles : 0.9496.

Tableau n° 26.

Pluviométrie mensuelle en millimètres au poste de KOURROUMA.

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1960												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67	0.0	5.9	2.2	56.0	83.4	145.3	206.6	326.4	171.1	9.1	23.2	0.0
68	0.0	16.0	19.6	94.4	123.1	256.2	211.8	244.8	204.4	130.9	1.5	12.3
69	0.0	0.0	26.0	23.0	50.3	143.8	197.3	313.2	211.9	92.2	1.0	0.0
1970	0.0	0.0	5.5	13.7	76.3	138.6	246.4	412.3	196.7	53.7	23.3	0.0
71	0.0	0.0	5.9	16.9	46.6	73.6	106.2	307.2	80.6	5.6	0.0	88.6
72	0.0	0.0	39.5	58.3	175.3	122.1	226.8	220.4	80.1	58.9	0.0	0.0
73	0.0	0.0	37.6	30.2	135.5	57.9	188.0	168.9	85.3	13.9	0.0	0.0
74	0.0	0.0	37.8	18.0	47.2	138.1	181.4	467.6	117.5	33.8	0.2	0.0
75	0.0	0.0	10.3	12.6	76.0	145.3	306.9	235.2	298.7	21.8	14.6	0.0
76	0.0	0.0	0.6	64.9	134.6	60.0	231.3	287.3	110.4	124.4	2.9	0.0
77	3.8	0.0	0.0	43.9	51.1	83.4	223.9	190.1	324.0	36.4	0.0	0.0
78	0.0	0.0	19.5	79.8	118.8	71.6	194.6	242.6	333.4	65.2	17.4	15.6
79	0.0	0.0	2.0	5.4	209.0	180.7	172.8	162.2	158.3	8.6	10.5	0.0
1980	0.0	0.0	10.5	39.4	86.5	126.7	127.3	338.2	84.4	59.0	0.0	0.0
81	0.0	6.1	0.3	41.2	157.2	120.1	278.4	209.5	124.2	42.9	0.0	0.0
82	0.0	1.2	2.0	42.9	96.4	190.3	232.6	281.4	52.1	70.5	0.2	0.0
83	0.0	* 5.5	* 3.0	51.5	69.0	123.0	123.9	176.2	129.9	21.6	* 1.4	0.0
Moyennes mensuelles.	0.2	2.0	13.1	40.7	102.1	128.0	203.3	269.6	162.5	49.9	5.7	6.9

* valeurs estimées.

Tableau n° 27.

Pluviométrie mensuelle en millimètres au poste de SAMOROGOUAN.

Année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1960												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67	0.0	14.6	7.5	72.7	23.3	132.2	176.8	316.4	280.7	7.5	1.9	0.0
68	0.0	16.7	17.3	117.9	101.3	136.3	328.1	237.6	250.8	104.2	1.3	27.4
69	0.0	0.5	10.9	26.9	38.6	195.6	247.6	282.2	135.9	109.2	0.0	0.0
1970	0.0	0.0	2.9	92.1	119.0	137.8	284.3	506.2	229.7	5.9	10.2	0.0
71	0.1	0.0	16.3	34.4	66.7	140.8	171.4	403.7	151.7	27.0	0.0	23.4
72	0.0	36.0	7.6	24.7	163.6	116.1	161.4	265.4	86.6	48.3	0.0	0.0
73	0.0	0.0	24.0	29.2	165.4	60.1	231.6	179.0	71.8	27.3	0.0	0.0
74	0.0	0.0	14.7	33.0	66.0	147.3	213.6	354.2	161.1	30.5	0.0	0.0
75	0.0	0.0	*10.0	43.5	120.2	228.6	234.1	167.1	208.1	42.9	18.1	0.0
76	0.0	0.0	8.3	67.5	138.6	101.7	235.9	282.9	102.2	218.8	3.6	0.0
77	1.8	0.0	0.0	9.5	110.7	185.3	158.1	*220.0	216.8	87.3	0.0	0.0
78	0.0	0.0	43.9	15.1	122.4	63.9	278.7	258.1	138.8	103.0	2.3	0.0
79	0.0	0.0	21.8	72.4	103.0	244.9	266.5	152.3	281.8	19.4	39.8	0.0
1980	0.0	0.0	13.8	42.5	113.3	196.5	166.2	430.2	82.7	86.9	0.0	0.0
81	0.0	2.3	2.4	35.9	159.7	61.0	124.1	277.7	179.5	36.9	0.0	0.0
82	0.0	44.6	10.5	112.8	35.7	156.1	224.4	256.0	108.0	40.5	0.0	0.0
83	0.0	* 5.3	* 2.5	76.4	73.7	74.1	230.4	149.3	171.0	30.3	*2.0	0.0
Moyennes interan- nuelles	0.1	7.1	12.6	53.3	101.2	139.9	219.6	278.7	168.1	60.3	4.7	3.0

* valeurs estimées.

3.2.3. Statistique des pluviométries mensuelles au poste de N'DOROLA.

Au tableau n° 28 page 75 est présentée l'étude statistique des pluviométries mensuelles observées pendant 30 ans au poste de N'DOROLA.

L'ajustement d'une loi statistique à chaque échantillon mensuel, nécessiterait l'usage d'un ordinateur.

Nous nous sommes donc contentés de fournir mensuellement les estimations des pluviométries de fréquence décennale sèche, de fréquence décennale humide et une estimation des médianes c'est-à-dire des pluviométries mensuelles observées une année sur deux.

Nous avons ensuite reporté ces résultats sur la figure 19 page 76 avec les totaux mensuels observés à N'DOROLA aux cours de l'année 1983.

Dans la zone hachurée sur cette figure se concentrent 80 % des valeurs observées.

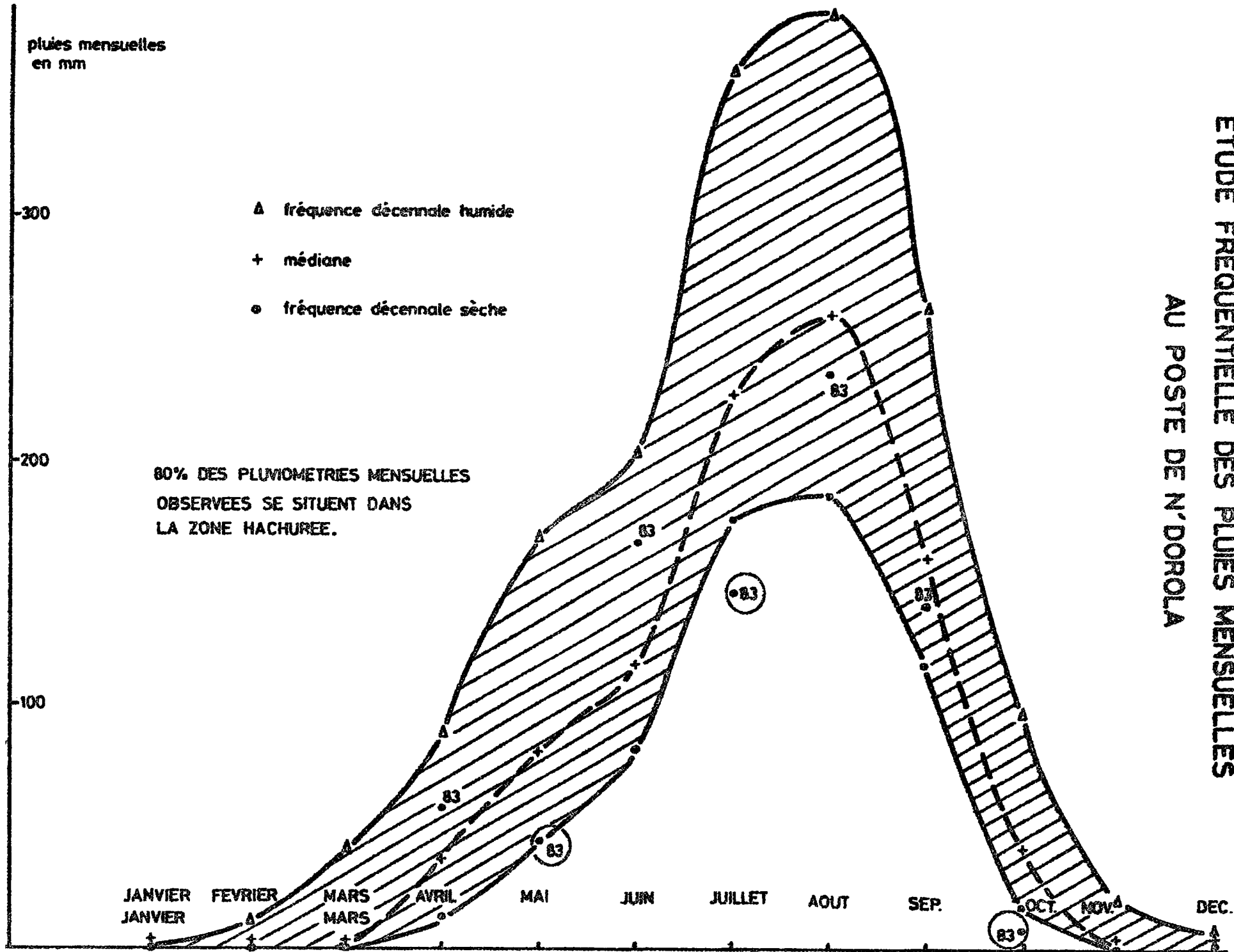
Tableau n° 28.

Statistique des pluviométries mensuelles au poste de N'DOROLA.

Rang	Fréquence $f=(n-1/2)$	Janv	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	0.0167	20.9	18.0	76.9	114.8	199.0	257.5	397.0	486.0	287.0	145.3	26.0	54.5
2	0.0500	8.3	16.0	66.9	106.0	184.0	219.9	392.0	420.5	280.0	128.0	24.0	10.0
3	0.0833	1.1	14.4	44.0	100.5	183.0	204.0	390.1	392.9	267.8	101.0	24.0	10.0
4	0.1167	1.0	9.3	40.6	75.6	155.9	203.2	333.0	372.9	253.0	93.1	18.0	6.2
5	0.1500	0.0	4.1	37.6	63.3	145.1	196.9	308.0	341.8	238.0	92.0	15.0	0.4
6	0.1833	0.0	3.4	22.6	60.5	132.7	172.5	291.0	334.0	233.4	83.0	10.6	0.0
7	0.2167	0.0	2.9	22.0	60.1	131.9	168.0	285.0	323.0	230.0	67.0	10.5	0.0
8	0.2500	0.0	0.9	13.4	59.5	124.8	162.2	259.0	309.0	220.6	64.8	9.5	0.0
9	0.2833	0.0	0.5	9.5	51.9	122.0	155.0	251.0	300.3	210.7	64.0	7.0	0.0
10	0.3167	0.0	0.2	7.6	48.0	116.0	150.6	250.0	292.1	206.0	63.5	6.0	0.0
11	0.3500	0.0	0.0	3.7	44.0	102.0	150.0	239.6	288.4	204.0	60.0	6.0	0.0
12	0.3833	0.0	0.0	2.6	43.2	98.8	124.7	239.1	282.0	203.4	59.0	5.0	0.0
13	0.4167	0.0	0.0	2.0	43.0	95.5	124.0	236.0	282.0	175.0	56.0	4.5	0.0
14	0.4500	0.0	0.0	1.8	41.0	91.0	121.0	228.6	266.0	167.3	45.0	3.0	0.0
15	0.4833	0.0	0.0	0.7	39.0	82.8	118.5	228.4	260.0	162.3	42.8	1.4	0.0
16	0.5167	0.0	0.0	0.6	38.0	80.8	115.2	226.5	258.0	158.0	39.5	1.1	0.0
17	0.5500	0.0	0.0	0.4	36.0	70.0	115.0	224.6	248.8	152.6	34.0	0.9	0.0
18	0.5833	0.0	0.0	0.0	31.0	67.3	113.0	224.2	238.5	142.3	32.3	0.0	0.0
19	0.6167	0.0	0.0	0.0	28.4	63.0	110.5	220.9	232.3	140.4	30.2	0.0	0.0
20	0.6500	0.0	0.0	0.0	26.5	58.0	110.0	204.0	228.6	139.2	29.8	0.0	0.0
21	0.6833	0.0	0.0	0.0	23.0	56.4	109.0	201.4	225.0	137.0	28.8	0.0	0.0
22	0.7167	0.0	0.0	0.0	22.0	55.4	103.2	200.3	220.2	128.2	23.8	0.0	0.0
23	0.7500	0.0	0.0	0.0	19.6	51.0	88.6	191.8	198.7	123.2	23.0	0.0	0.0
24	0.7833	0.0	0.0	0.0	17.2	46.5	84.7	180.3	190.4	120.2	21.6	0.0	0.0
25	0.8167	0.0	0.0	0.0	13.7	44.3	82.0	175.2	183.5	112.9	18.2	0.0	0.0
26	0.8500	0.0	0.0	0.0	11.0	44.2	78.0	166.4	179.0	108.4	13.5	0.0	0.0
27	0.8833	0.0	0.0	0.0	5.6	42.0	76.8	160.3	172.2	108.0	11.8	0.0	0.0
28	0.9167	0.0	0.0	0.0	4.8	30.9	71.6	149.0	170.4	89.8	6.1	0.0	0.0
29	0.9500	0.0	0.0	0.0	1.0	23.7	42.4	145.2	166.9	67.5	6.0	0.0	0.0
30	0.9833	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	23.7	132.0	161.2	63.4	5.0	0.0	0.0
Moyennes	-	1.0	2.3	11.8	40.9	90.4	128.4	237.7	267.8	171.0	49.6	5.8	2.7
Fré- quence décen- nale humide	0.10	1.0	12.0	42.0	88.0	169	203	360	383	261	97.0	21.0	8.1
Médiane	0.50	0.0	0.0	0.6	38.5	81.8	117	227	259	160	41.2	1.3	0.0
Fré- quence décen- nale sèche	0.90	0.0	0.0	0.0	15.5	45.4	83.4	178	187	117	19.9	0.0	0.0

ETUDE FREQUENTIELLE DES PLUIES MENSUELLES AU POSTE DE N'DOROLA

Figure n° 19



3.3. Pluviométries journalières maximales au poste de N'DOROLA.

Au tableau n° 29 page 78 nous avons consigné les pluviométries maximales journalières observées au poste de N'DOROLA sur la période 1954, à 1983.

L'échantillon comprend 30 valeurs qui s'ajustent assez bien suivant une loi Log-normale.

Nous avons procédé à l'estimation des paramètres de la loi Log-normale, encore appelée loi de Galton, de deux façons différentes ; les résultats sont les suivants :

formulation de la loi Log-normale :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

avec $u = a \log(x - x_0) + b$

$F(x)$ étant la probabilité pour que $X \leq x$

. estimation graphique.

$x_0 = 0 \quad a = 6,83 \quad b = -12,56$

. estimation paramétrique.

$x_0 = -1,871 \quad a = 7,31 \quad b = -13,53$

Dans les deux modes d'estimation, les résultats sont très voisins.

L'ajustement graphique est présenté sur la figure n° 20
page 79.

Tableau n° 29.

Etude statistique des pluviométries journalières maximales
annuelles au poste de N'DOROLA - DIONKELE.

Années	Rang	Fréquences $F=(n-1/2)/N$	Pluie journalière maxi- male annuelle
1960	1	0.0167	127.5
68	2	0.0500	120.5
75	3	0.0833	119.5
54	4	0.1167	113.5
58	5	0.1500	106.3
64	6	0.1833	97.2
83	7	0.2167	85.0
63	8	0.2500	84.9
72	9	0.2833	77.4
56	10	0.3167	75.2
57	11	0.3500	72.9
82	12	0.3833	68.7
69	13	0.4167	68.1
76	14	0.4500	66.8
59	15	0.4833	66.3
80	16	0.5167	65.2
70	17	0.5500	64.0
78	18	0.5833	62.8
61	19	0.6167	61.5
65	20	0.6500	61.2
67	21	0.6833	60.1
74	22	0.7167	59.2
55	23	0.7500	57.9
71	24	0.7833	54.9
62	25	0.8167	50.3
73	26	0.8500	50.1
66	27	0.8833	49.0
77	28	0.9167	45.5
79	29	0.9500	43.4
81	30	0.9833	42.9

$$\bar{x} = 72,6 \text{ mm}$$

$$N = 30$$

$$\overline{x^2} = 5269.8$$

$$s^2 = 577.2$$

$$s = 24$$

$$\mu_3 = 13.887$$

$$s^4 / \mu^3 = 24$$

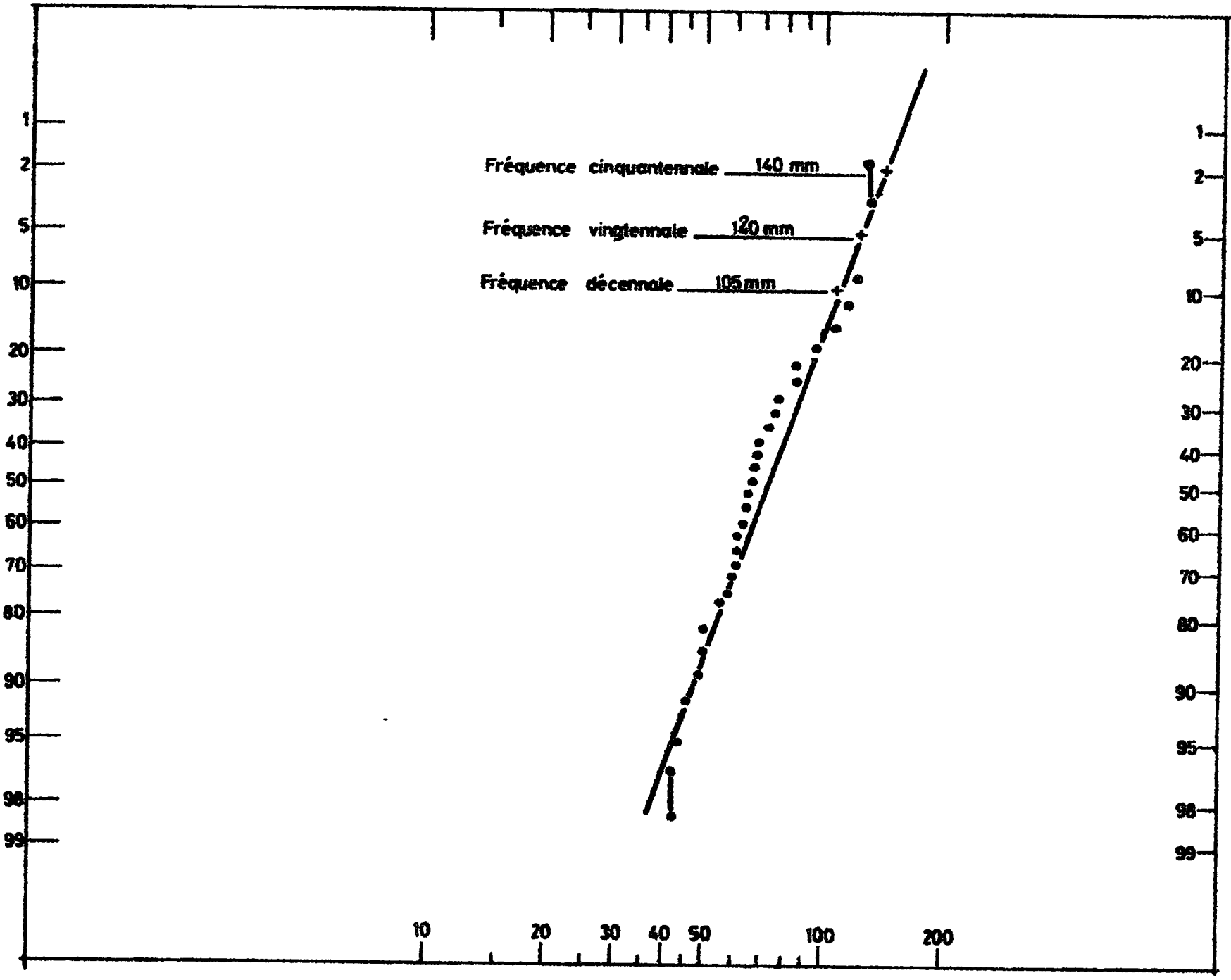
$$N = 30$$

Pluviométrie journalière maximale décennale humide : 105 mm

Pluviométrie journalière maximale vingtennale humide : 120 mm

Pluviométrie journalière maximale cinquantennale humide : 140 mm.

AJUSTEMENT GRAPHIQUE DES PLUVIOMETRIES MAXIMALES JOURNALIERES DU POSTE DE N'DOROLA



Première partie

tome 7

A

Hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE
et de ses affluents.

Chapitre 4.

Hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE

- 4.1. Etude de l'émissaire SESSE à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.
- 4.2. Etude des apports au barrage de KARAMASSASSO.
- 4.3. Etude des crues au barrage de KARAMASSASSO.
- 4.4. Gestion du barrage de KARAMASSASSO.

4.1. Etude de l'émissaire SESSE à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.

4.1.1. Profil en long de la rivière SESSE.

Nous avons fait figurer sur la figure n° 21 page 83 le profil en long de la rivière SESSE sur une distance de 28 kilomètres à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.

Ce profil comprend deux parties : une première partie de KARAMASSASSO à FANBERELA extraite des dessins réalisés en 1955 par Aimé VIA-LA et une seconde partie longue d'environ 15 kilomètres à l'aval de FANBERELA, extraite des dessins réalisés en 1976 par la SCET.

La première partie a fait l'objet d'une rectification de lit, rectification figurée par un trait sur le dessin.

Il semble cependant subsister à environ 1 kilomètre à l'aval de FANBERELA un seuil de contrôle des niveaux d'eau qui règle la pente de la ligne d'eau pour les hautes eaux de la rivière SESSE en amont de FANBERELA.

Trois autres seuils, placés plus à l'aval de FANBERELA, semblent également jouer un rôle important pour le contrôle des niveaux d'eau.

De plus nous avons fait figurer sur cette même figure la confluence de la rivière SESSE avec ses principaux affluents par des flèches. Les grandes flèches figurent la position d'affluents importants, les petites flèches la position d'affluents plus petits.

On remarquera que les seuils sont souvent placés à l'amont des confluences et on peut émettre l'hypothèse que la position des seuils sont beaucoup plus fortes (20 m/km) que celle de la rivière SESSE (0.2m/km).

En conclusion de cette petite étude topographique, si l'hypothèse précédente se trouve vérifiée, même après rectification du lit de la rivière SESSE, des seuils de contrôle peuvent se reconstituer par les apports solides des affluents de la rivière SESSE, apports solides que les faibles vitesses du courant dans le chenal principal ne permettent pas d'évacuer vers l'aval.

Si celle-ci se trouve vérifiée, un curage du lit devra être effectué régulièrement à des intervalles de temps qui restent à préciser.

La rectification du lit de la rivière SESSE risque donc d'être une opération dont l'efficacité à long terme sera fonction de l'entretien du chenal d'évacuation des eaux, opération qui peut se révéler extrêmement coûteuse.

PROFIL EN LONG DU LIT DE LA RIVIERE SESSE

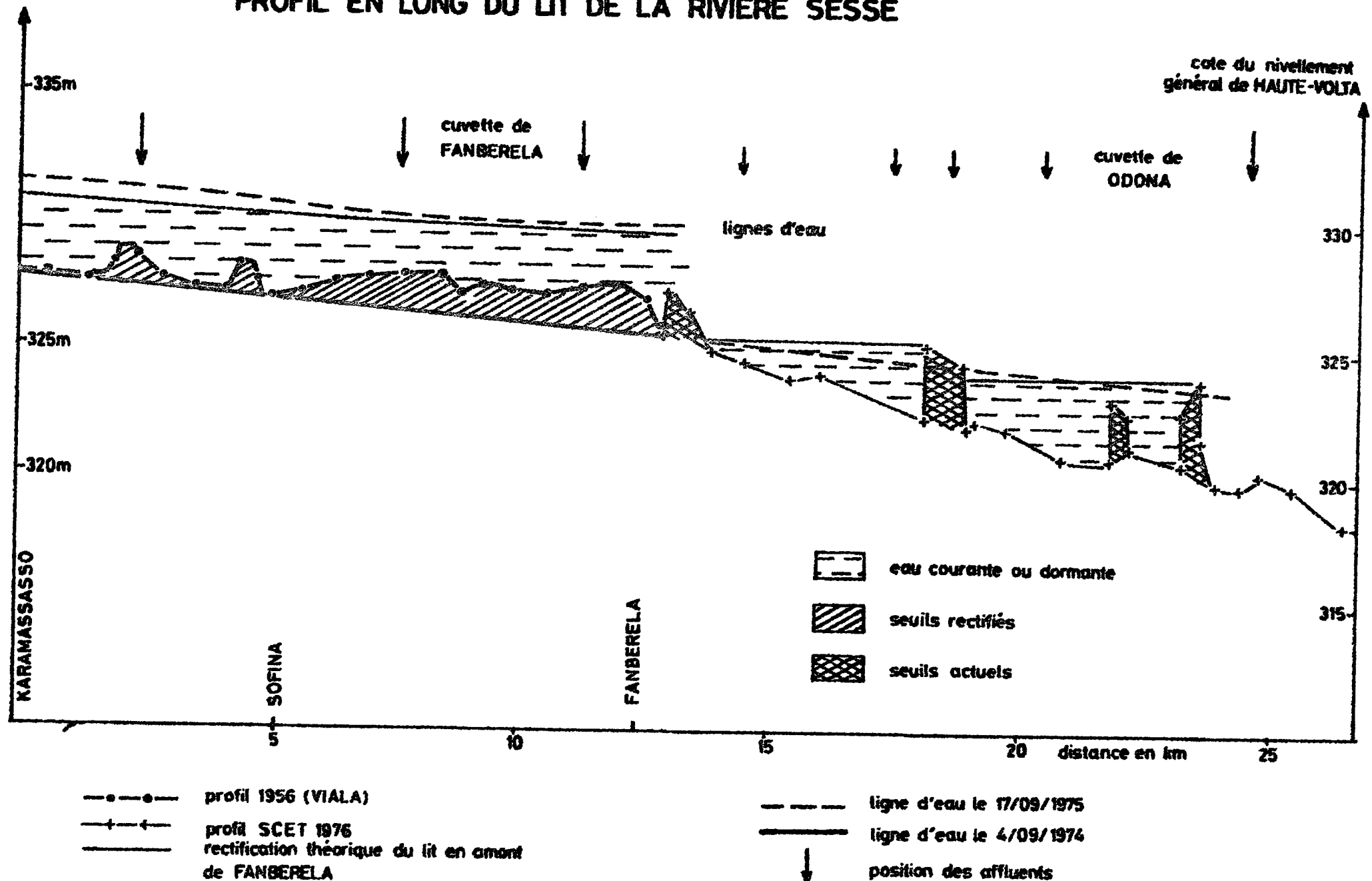


Figure n° 21

4.1.2. Relevés comparés des niveaux d'eau dans le bief
KARAMASSASSO - FANBERELA.

Au cours des années 1974 à 1983, des déversements au barrage KARAMASSASSO ont été observés en 1974, 1975, 1976 et 1982.

Pour ces quatre années nous avons retenu les cotes maximales observées aux stations de KARAMASSASSO aval, SOFINA et FANBERELA.

Les résultats sont les suivants :

cotes maximales observées NGHV (nivellement général de Haute-Volta)

dates	KARAMASSASSO aval	SOFINA	FANBERELA
4/09/1974	330.74	330.00	329.79
12/09/1975	331.37	330.32	329.94
25/09/1976	329.84	328.65	328.17
03/09/1982	330.73	-	328.60

De KARAMASSASSO à SOFINA, la distance est de 5,2 kilomètres.

De SOFINA à FANBERELA, la distance est de 7,2 kilomètres.

Pour les deux biefs les pentes de la ligne d'eau sont donc les suivantes :

dates	bief KARAMASSASSO-SOFINA	bief SOFINA-FANBERELA
4/09/1974	0.14 m/km	0.029 m/km
12/09/1975	0.20 m/km	0.053 m/km
25/09/1976	0.23 m/km	0.067 m/km
03/09/1982	* 0.20 m/km	0.151 m/km

L'étude des pentes de la ligne d'eau pour les plus fortes crues observées confirme ce que l'étude topographique laissait supposer :

- de KARAMASSASSO à SOFINA, la pente de la ligne d'eau (0,20 m/km) correspond à la pente du lit rectifié (0,20 m/km), ce qui semble confirmer l'efficacité de la rectification du lit de la rivière SESSE sur une partie du bief KARAMASSASSO-FANBERELA,

- de SOFINA à FANBERELA, la pente de la ligne d'eau se réduit considérablement et semble varier assez fortement d'une crue à l'autre : au mieux elle est égale à 0,15 mètre par kilomètre et au pire à 0,030 mètre par kilomètre.

On se méfiera des conclusions un peu hâtives concernant la rectification du lit de la rivière SESSE. Comme le souligne fort justement le rapport de la SCET (étude de la rivière SESSE, mai 1976) un rétrécissement de chenal a le même effet sur la pente de la ligne d'eau qu'un réhaussement du fond du lit. Pour cette raison, ce même rapport préconise un élargissement du lit en certains endroits de la rivière.

Cependant il est un troisième facteur dont il n'a pas encore été tenu compte : l'engorgement du lit par les apports des affluents en rive gauche et en rive droite de la rivière SESSE.

C'est précisément au droit de FANBERELA que se situe la confluence de la rivière SESSE avec un affluent nettement plus important que les précédents. Les pentes longitudinales des affluents étant nettement plus fortes que celle de la rivière SESSE, il peut se produire localement une intumescence qui se résorbe progressivement mais qui est susceptible de gêner temporairement l'écoulement des eaux dans le chenal principal.

Monsieur GUALDE, hydrologue à l'ORSTOM, a observé, à la station de FANBERELA, des inversions temporaires du sens du courant sur des durées variant de une heure à deux heures. Ce phénomène ne peut s'expliquer que par un engorgement temporaire du lit principal par des apports d'affluents qui produisent localement un gonflement des niveaux d'eau.

La configuration longitudinale et transversale du lit de la rivière SESSE n'est donc pas le seul facteur à prendre en compte pour l'écoulement des eaux dans le chenal principal et une rectification complète du lit au delà de FANBERELA, même si elle ne peut que favoriser l'écoulement des eaux, ne produira pas nécessairement tous les effets souhaités.

4.1.3. Estimation des débits évacués par l'ouvrage
hydraulique de KARAMASSASSO.

Les principaux jaugeages effectués à l'aval du barrage de KARAMASSASSO ont été réalisés essentiellement au cours des années 1975 et 1982.

Nous ne fournirons pas ici la liste des jaugeages à l'aval du barrage mais la figure n° 22 page 87 permet de se faire une idée des mesures de débits.

La concordance entre les mesures effectuées à plusieurs années d'intervalle paraît excellente.

Deux courbes de tarage peuvent être tracées, l'une à la montée des niveaux d'eau, l'autre à la descente des niveaux d'eau.

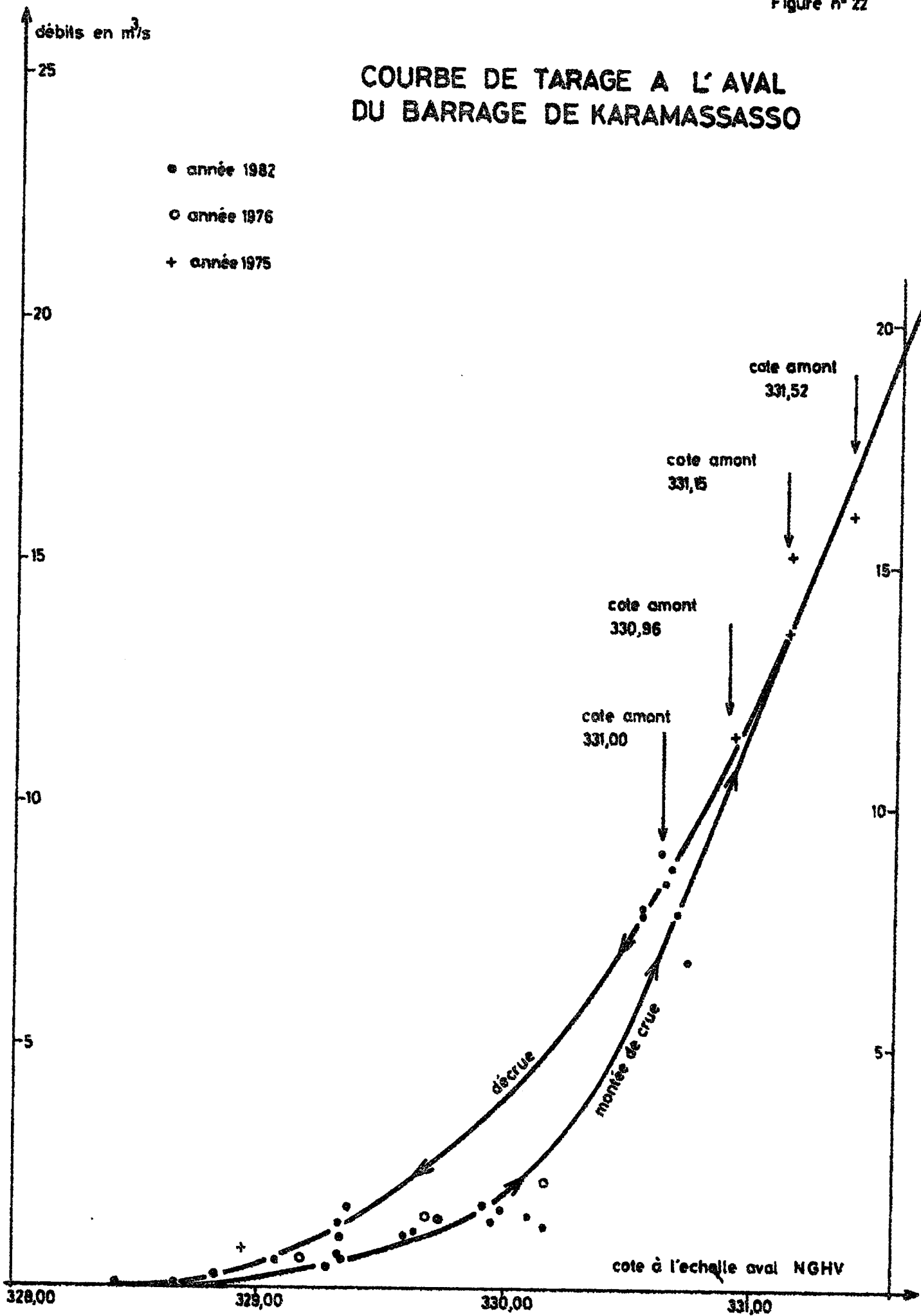
Les nombreux jaugeages exécutés en 1982 complètent utilement ceux qui furent réalisés en 1975 et en 1976.

L'information la plus intéressante que l'on extrait de cette courbe de tarage concerne le débit maximal qui peut être évacué par l'exutoire de KARAMASSASSO.

Pour une cote à l'amont du barrage de 331,00 mètres il semble que le débit évacué ne dépasse pas dans le meilleur des cas 12 m³/s.

Pour la plus forte cote observée en 1975, 331,52 mètres, le débit à l'exutoire ne dépasse pas 17 m³/s.

Figure n° 22



4.1.4. Conclusions quant à l'évacuation des eaux de la cuvette de NIENA-DIONKELE.

Au vu des résultats fournis par les mesures hydrologiques, le débit évacué par l'émissaire SESSE pour une cote de 331,00 mètres est de 12 m³/s.

Ce chiffre est à comparer avec celui qui a été retenu par l'étude de la SCET en mai 1976 pour le projet de mise en valeur agricole de la plaine de NIENA-DIONKELE : PLAN D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRI-COLE, rapport général.

Dans ce rapport, la valeur du débit retenu était de 20 m³/s pour la cote 331,00 mètres.

Il semble donc que la rivière SESSE ne puisse actuellement évacuer que 60 % des débits escomptés.

Une rectification du lit de la rivière à l'aval de FANBERELA améliorerait certainement les conditions de l'écoulement mais ne semble pas susceptible de faire augmenter la pente de la ligne d'eau dans le tronçon KARAMASSASSO - SOFINA de plus de 20 à 30 centimètres sur une longueur de 5,2 kilomètres, soit un gain supplémentaire de 1 à 2 m³/s.

Dans les meilleures conditions d'écoulement, le débit évacué serait de l'ordre de 14 m³/s pour une cote de 331,00 mètres à l'aval du barrage de KARAMASSASSO.

4.2. Etude des apports au barrage de KARAMASSASSO.

4.2.1. Méthodologie de l'estimation des apports.

La méthodologie de l'estimation des apports au barrage de KARAMASSASSO a été décrite dans les 2 rapports suivants :

- . étude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE - 5 (rapport définitif) L. LE BARBE, mai 1977.
- . étude hydrologique des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LELASSO - 5, rapport de campagne 1983.

J.M. LAMACHERE
R. GUALDE

Mars 1984.

Nous allons cependant en rappeler brièvement le processus en détaillant les principales phases de l'estimation.

D'une manière très générale, quelque soit le pas de temps considéré, le bilan des apports et des pertes dans la retenue du barrage doit resté équilibré en application du grand principe de la conservation des masses :

"rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme".

Dans le cas des apports et des pertes en eau au barrage de KARAMASSASSO, le principe de conservation des masses s'applique sans difficulté aux volumes d'eau.

Par application du principe de la conservation des volumes on peut écrire quelque soit le pas de temps :

$$\underline{V_{\text{apports}} = V_{\text{pertes}} + \Delta V_{\text{réserves}}}$$

V étant le volume sur le pas de temps considéré,

ΔV étant une variation de volume sur le pas de temps considéré, compté positivement lorsqu'il y a accroissement et négativement lorsqu'il y a diminution du volume des réserves.

Les pertes en eau du barrage de KARAMASSASSO sont de 3 natures différentes :

- . les volumes évaporés,
- . les volumes infiltrés,
- . les volumes transitant par l'exutoire du barrage.

a) - estimation des volumes évaporés.

Pour estimer les volumes évaporés VE à la surface du plan d'eau, il est nécessaire de connaître d'une part la surface évaporante S et d'autre part la hauteur d'évaporation HE à tout instant du pas de temps considéré T.

Le volume évaporé sur le pas de temps T est alors égal à la somme :

$$VE^T = \sum S^t \times HE^t \times 10^3$$

VE ^T	en	m ³
S ^t	en	km ²
HE ^t	en	mm
T	pas de temps choisi	
t	pas de temps de calcul	

La surface du plan d'eau est estimée à partir des relevés topographique et des mesures de la cote du plan d'eau ramenée au nivellement général.

Nous avons rassemblé sur la figure n° 23 page 92 les différentes estimations de la superficie du plan d'eau dans la retenue du barrage de KARAMASSASSO en fonction de la cote du plan d'eau. Les différentes estimations effectuées en 1977, 1982 et 1983 concordent parfaitement. A partir de cette courbe nous avons établi un barème donnant pour chaque cote centimétrique la surface du plan d'eau.

En l'absence de mesures d'évaporation au bac flottant, la hauteur évaporée a été estimée en multipliant la hauteur évaporée au BAC COLORADO, enterré à la station climatologique, par un coefficient réducteur pris égal à 0,8.

$$HE^t = 0,8 \times HEC^t$$

HE ^t ,	hauteur évaporée pendant un temps t sur le lac du barrage, en mm.
HEC ^t ,	hauteur évaporée pendant un temps t dans le bac COLORADO enterré, en mm.

L'usage d'un ordinateur permettrait d'utiliser pour les calculs les valeurs journalières.

Nous nous sommes contentés dans la plupart des cas des valeurs pentadaires qui sont consignées au tableau n° 30 pages 93 et 94 pour les années 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983.

b) - estimation des volumes infiltrés.

Il est assez difficile de mesurer les volumes infiltrés par le fond de la retenue du barrage de KARAMASSASSO. Pour ce faire, il faudrait étudier les relations entre les niveaux de la nappe phréatique et les niveaux du plan d'eau dans le barrage.

On peut toutefois penser que les volumes infiltrés n'altèrent pas les termes du bilan et nous les considérerons comme négligeables.

Compte tenu de la topographie de la cuvette, de la nature très argileuse des terrains, des observations limnimétriques et climatiques, l'hypothèse d'une quasi imperméabilité du fond de la cuvette de la retenue du barrage de KARAMASSASSO nous semble tout à fait plausible.

c) - estimation des volumes transitant par l'exutoire du barrage.

Les débits transitant par l'exutoire du barrage de KARAMASSASSO peuvent être estimés simplement à partir de la cote AVAL BARRAGE lorsqu'il y a déversement ou bien lorsqu'une, deux ou trois vannes sont ouvertes.

Il faut alors utiliser les deux courbes de tarage dessinées à la figure n° 22 page 87. .

La première courbe sera utilisée à la montée des eaux, elle correspond à un freinage de la vitesse du courant dans le lit de la rivière SESSE, la seconde courbe sera utilisée à la descente des niveaux d'eau.

En l'absence de déversement et d'ouverture des vannes, on utilisera des courbes analogues à celle dessinée sur la figure n° 24 page 95 pour l'année 1983.

Pour une même année, il est possible d'avoir plusieurs courbes des débits de fuite en raison des colmatages et décolmatages de l'orifice de fuite constitué par une détérioration du joint d'étanchéité de la vanne rive droite.

Il est donc souhaitable que des jaugeages de basses eaux soient exécutés régulièrement à l'aval du barrage de KARAMASSASSO de façon à contrôler les débits de fuite.

A partir des débits transitant à l'exutoire du barrage on calcule simplement les volumes par intégration des variations du débit en fonction du temps.

d) - estimation des variations du volume des réserves
en eau.

La variation du volume des réserves ΔV_T sur un pas de temps T est égal à la différence entre le volume des réserves au temps $t + T$, V_{t+T} , et le volume des réserves au temps t , V_t .

$$\Delta V_T = V_{t+T} - V_t$$

De la sorte si $V_{t+T} \geq V_t$, $\Delta V_T \geq 0$

si $V_{t+T} < V_t$, $\Delta V_T < 0$

Dans le premier cas il y a stockage et dans le second cas il y a déstockage.

Sur la figure n° 25 page 96 a été dessinée la courbe de remplissage de la retenue de KARAMASSASSO, courbe des volumes en fonction de la cote du plan d'eau. A partir de cette courbe, nous avons établi un barème donnant pour chaque cote centimétrique le volume emmagasiné dans la retenue.

Figure n° 23

SUPERFICIES DU PLAN D'EAU DE KARAMASSASSO EN Km²

- estimation 1983 (LAMACHERE)
- + " 1982 (LOINTIER)
- o " 1977 (LE BARBE)

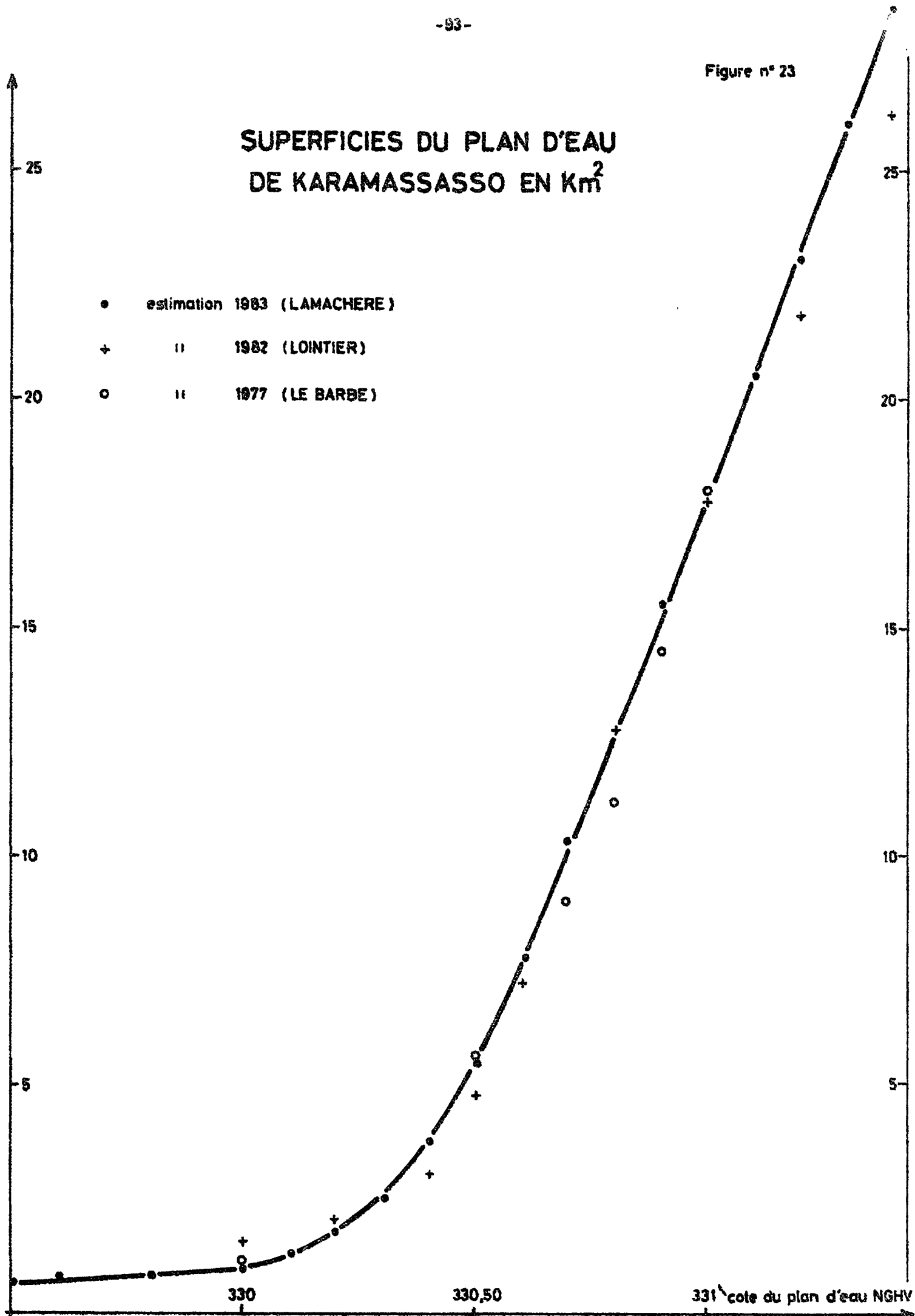


Tableau n° 30.

Evaporation - Barrage de KARAMASSASSO.

Année 1975

Mois Pentades	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1									12.5	21.6	25.9	17.7
2									17.7	19.9	25.4	22.2
3									17.1	24.3	25.0	23.9
4									17.3	19.1	16.6	21.8
5									16.1	21.4	21.4	21.5
6								21.2	21.6	25.9	22.2	21.9

Année 1976

Mois Pentades	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	14.0	22.1	26.3	31.5	21.8	21.7	19.8	24.6	18.6	21.3	18.3	22.8
2	23.6	24.3	28.5	28.7	19.4	18.0	19.8	19.5	17.9	20.5	19.9	24.0
3	21.3	24.6	35.7	28.2	24.0	17.1	25.0	16.8	16.5	16.4	21.1	21.1
4	23.0	31.6	22.4	24.2	22.8	21.2	17.2	11.1	19.1	17.4	20.2	19.1
5	25.7	32.3	35.6	26.4	20.7	26.1	15.0	19.9	14.4	16.9	24.7	21.3
6	29.7	21.5	47.3	28.3	32.9	23.2	18.4	17.9	18.0	19.4	23.0	25.2

Année 1981

Mois Pentades	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1					26.8	35.7	26.5	19.6	17.4	28.3	32.0	35.6
2					35.4	38.2	23.3	21.8	17.2	31.3	33.6	29.4
3					35.0	31.6	21.0	20.0	18.6	29.7	32.4	32.2
4					33.9	28.7	23.0	15.8	23.4	30.8	31.6	25.2
5					40.6	37.7	16.6	14.3	22.7	26.4	33.6	27.6
6				47.8	38.1	25.3	25.5	22.9	26.1	31.6	40.6	32.4

Tableau n° 30 (suite)

Evaporation - Barrage de KARAMASSASSO.

Année 1982

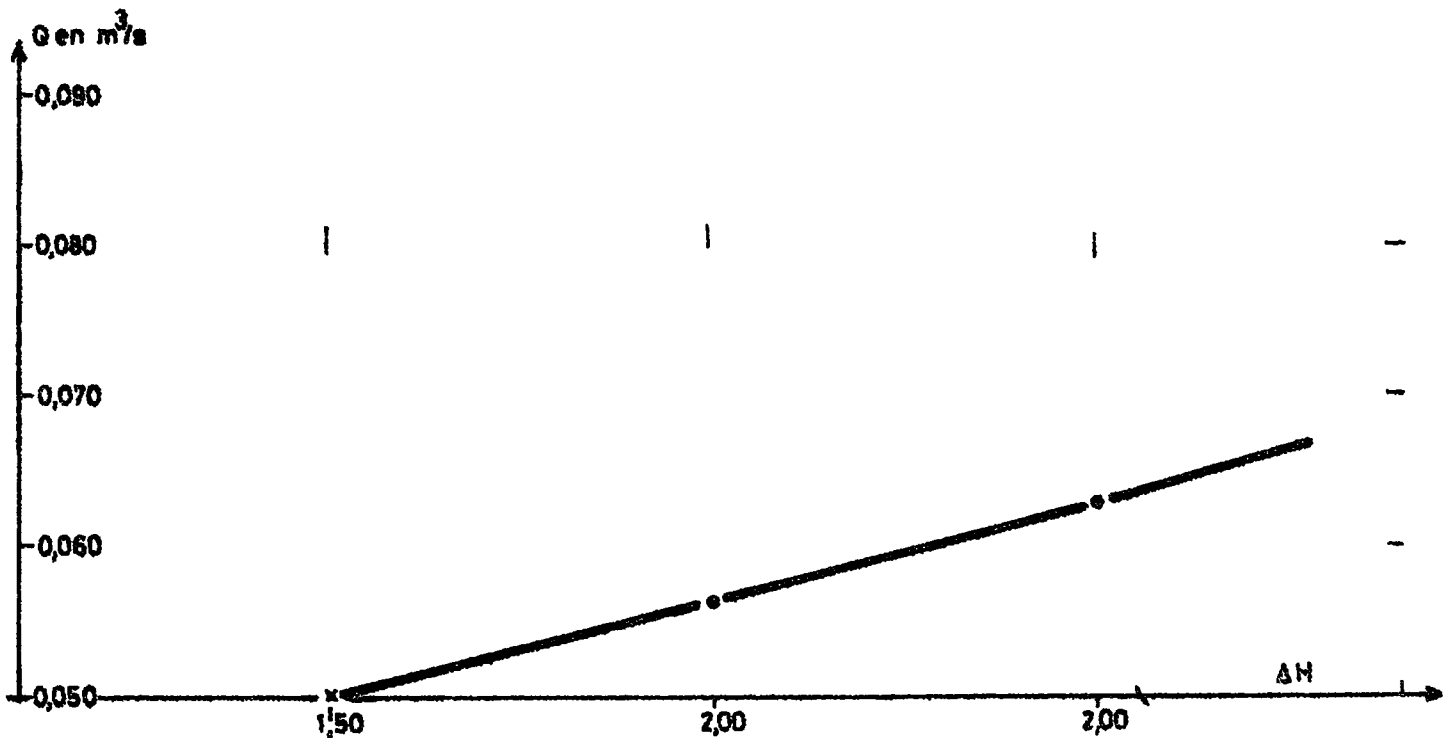
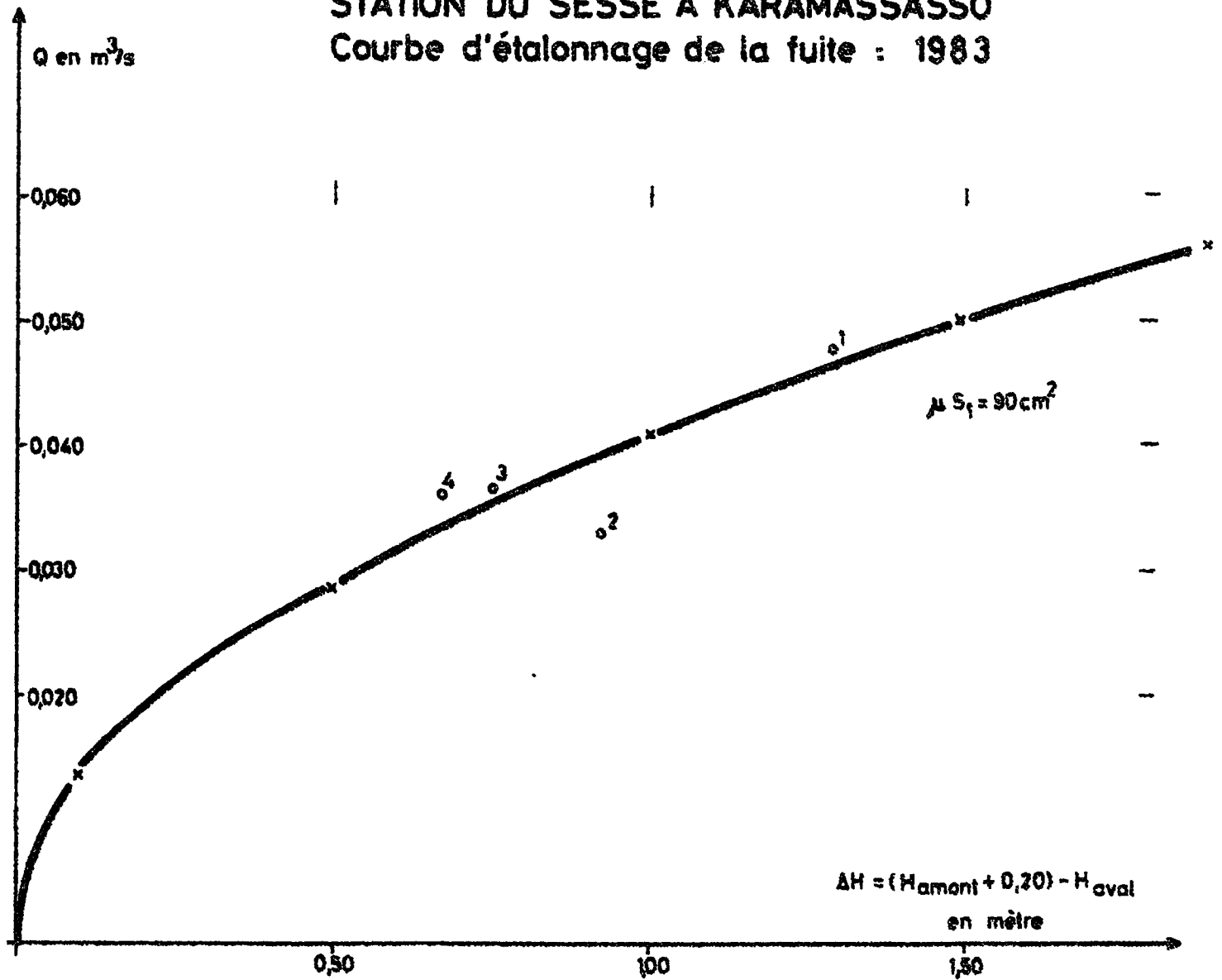
Mois Pentades	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	31.2	35.5	60.0	53.2	42.4	32.4	32.7	28.9	14.4	19.4	22.4	35.2
2	36.0	41.2	49.5	53.6	47.2	25.6	24.4	14.0	21.3	27.9	25.6	34.8
3	28.4	32.0	31.6	48.7	41.4	26.2	30.7	21.8	24.6	27.0	27.6	28.8
4	33.6	35.2	37.4	45.2	36.2	29.4	21.8	18.6	25.7	26.8	28.4	31.6
5	39.6	42.0	51.6	43.0	36.8	26.5	16.9	17.4	25.4	28.0	27.2	35.6
6	42.8	31.2	57.6	49.3	33.2	23.8	31.4	23.5	28.2	30.7	27.6	38.8

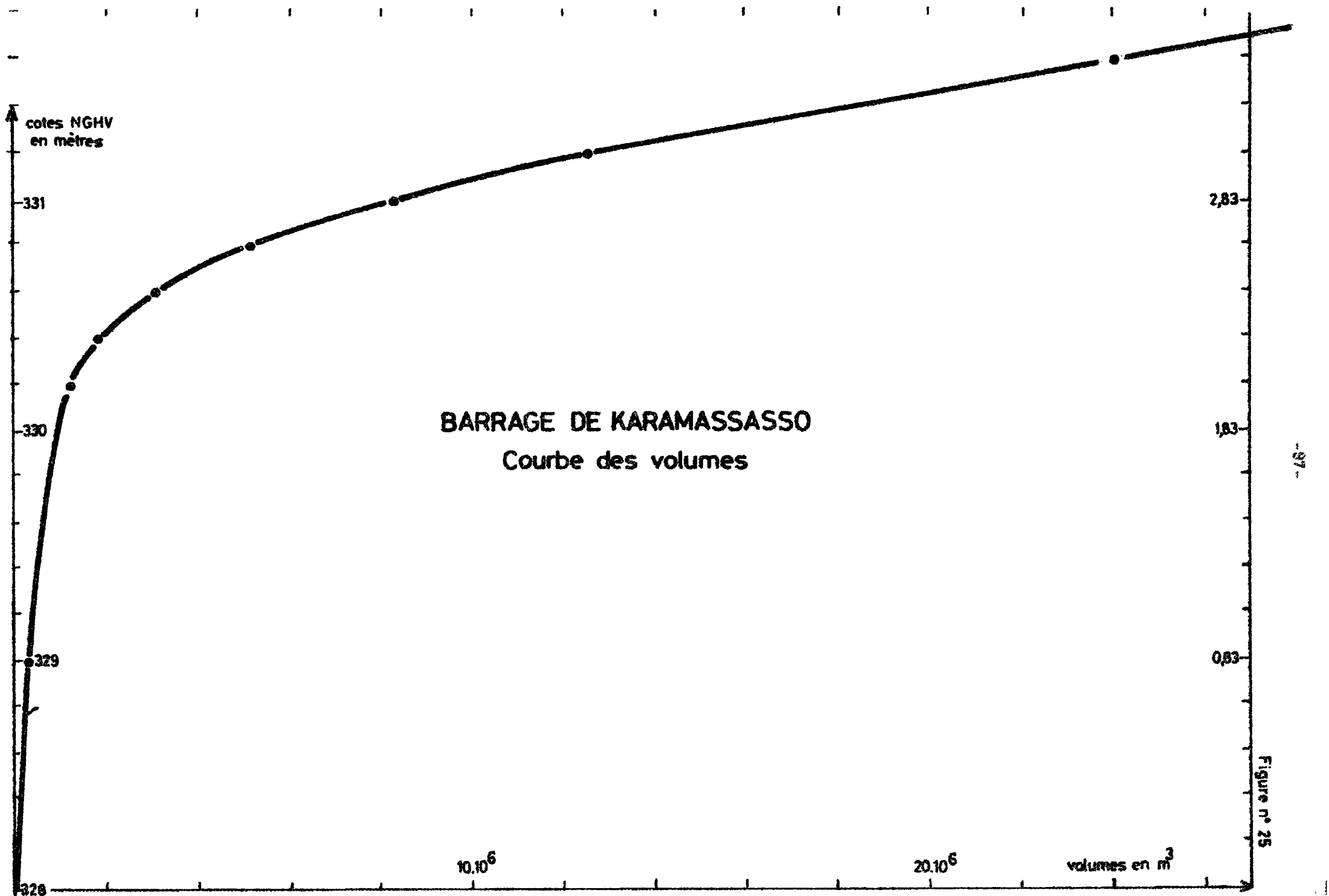
Année 1983.

Mois Pentades	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	36.4	35.2	28.4	32.6	56.8	27.7	23.3	21.0	24.1	21.5	21.6	21.5
2	34.8	28.4	50.0	49.6	46.3	32.1	22.5	19.6	19.7	27.6	23.7	31.3
3	32.0	38.0	44.8	35.6	38.8	20.7	18.8	20.6	15.4	27.6	31.4	27.4
4	37.2	44.4	46.4	39.1	41.8	19.4	20.1	27.7	17.6	25.0	27.2	25.4
5	36.4	46.4	44.4	42.8	39.2	24.2	26.3	19.8	21.1	25.9	25.7	28.0
6	50.4	29.6	54.8	47.4	51.3	20.9	27.8	30.3	23.2	35.0	21.4	28.6

Figure n° 24

STATION DU SESSE A KARAMASSASSO Courbe d'étalonnage de la fuite : 1983





4.2.2. Résultats de l'estimation des apports mensuels au barrage de KARAMASSASSO.

Pour l'estimation des apports mensuels au barrage de KARAMASSASSO, nous avons suivi pas à pas le processus méthodologique défini au paragraphe 4.2.1.

Les volumes évaporés mensuels ont été calculés en sommant les volumes évaporés sur des pas de temps de 5 jours, ainsi :

$$\begin{array}{l} T = 1 \text{ mois} \\ t = 5 \text{ jours} \end{array} \quad \begin{array}{l} n = 6 \\ \text{VE}^1 \text{ mois} = \sum_{n=1} \quad S^n \times \text{HE}^n \times 10^3 \end{array}$$

HE^n étant la hauteur totale évaporée sur le n ième groupe de 5 jours (n ième pentade) du mois, S^n étant la superficie moyenne du plan d'eau de la n ième pentade du mois.

Les volumes transitant à l'aval du barrage ont été calculés à partir des débits moyens journaliers fournis dans les rapports de campagne pour les années 1974, 1975, 1976, 1982 et 1983. Pour l'année 1981, les débits de fuite ont été supposés égaux à une valeur moyenne de 50 litres par seconde. Il n'y a pas eu de déversement ni d'ouverture de vannes en 1981.

Les variations du volume des réserves ont été calculées en prenant au premier jour de chaque mois i , la cote H_1^i et le volume V_1^i correspondant à cette cote sur la figure n° 25 page 96.

La variation du volume des réserves pour le mois i est alors égal à la différence :

$$\Delta V_i = V_1^{i+1} - V_1^i$$

En outre, nous avons procédé au calcul des volumes pluviométriques tombés sur la retenue du barrage de KARAMASSASSO de façon identique à l'estimation des volumes évaporés mais en prenant un pas de temps t égal à la journée de telle sorte que :

$$\text{VP}^i = \sum_{j=1}^n P_j^i \cdot S_j^i \cdot 10^{+3}$$

VP^i	volume pluviométrique tombé au mois i , en m^3
P_j^i	pluie du j ème jour du mois i , en mm
S_j^i	surface du plan d'eau au j ème jour du mois i , en km^2

Les résultats des calculs sont consignés aux tableaux n° 31 , 32, 33, 34, 35, 36 pages 99 à 104.

Tableau n° 31.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³

Année 1974

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	-	-	-	-	-	-	0.165	0.908	0.907	1.382	1.277	0.347
Volume aval	-	-	-	-	-	-	2.35	9.39	19.26	0.228	0.170	0.163
Total pertes	-	-	-	-	-	-	2.515	10.30	20.17	1.61	1.45	0.510
Volume stocké	-	-	-	-	-	-	-0.20	+7.04	-5.18	+1.94	-2.20	-1.040
Volume apports	0	0	0	0	-	-	2.315	17.34	15.0	3.55	-	-
Volume pluies	-	-	-	-	-	-	0.232	0.437	1.27	0.383	0	0
Volume écoulé	-	-	-	-	-	-	2.083	16.9	13.7	3.17	-	-

Tableau n° 32.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³.

Année 1975

Mois	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	-	-	-	-	0.028	0.032	0.057	1.05	2.61	0.550	0.168	0.115
Volume aval	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.024	1.404	8.509	35.27	14.51	0.357	0.161
Total pertes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.028	0.056	1.461	9.56	37.88	15.06	0.525	0.276
Volume stocké	0	0	0	0	+0.049	+0.042	+2.67	+11.28	- 5.30	-7.46	-0.500	-0.180
Volume apports	0	0	0	0	0.077	0.098	4.13	20.84	32.58	7.6	0.025	0.096
Volume pluies	0	0	0	0	0.009	0.013	0.458	2.68	7.53	0.336	0.017	0
Volume écoulé	0	0	0	0	0.068	0.085	3.672	18.16	25.05	7.264	0.008	0.096

Volume global des apports : 65.4 millions de m³

Volume global ruisselé : 54.4 millions de m³

Lame écoulée : 60 mm

Lame pluviométrique : 1114 mm

Coefficient de ruissellement : 5.4 %.

Tableau n° 33.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³

Année 1976

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	0.100	0.091	0.084	0.048	0.020	0.0	0.022	0.579	2.111	2.246	2.42	2.04
Volume aval	0.101	0.099	0.089	0.067	0.030	0.0	0.985	1.125	2.564	2.235	1.318	0.614
Total pertes	0.201	0.190	0.173	0.115	0.050	0.0	1.017	1.704	4.675	4.481	3.738	2.654
Volume stocké	-0.151	-0.150	-0.108	-0.105	-0.105	0	+0.091	+9.312	+1.44	-0.76	-1.54	-3.9
Volume apports	0.050	0.040	0.065	0.010	0	0	1.108	11.02	6.12	3.72	2.20	-
Volume pluies	0	0	0	0	0	0	0.042	0.672	1.72	2.05	0	0
Volume écoulé	0.050	0.040	0.065	0.010	0	0	1.066	10.35	4.40	1.67	2.20	-

Volume global des apports : 24.3 millions de m³

Volume global ruisselé : 20 millions de m³

Lame écoulée : 22 mm

Lame pluviométrique : 958.1 mm

Coefficient de ruissellement: 2.3 %.

Tableau n° 34.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³.

Année 1981

Mois	Janv	Févr	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	-	-	-	-	-	0.018	0.037	0.140	1.136	1.923	1.22	0.534
Volume aval	-	-	-	-	-	0.002	0.071	0.110	0.155	0.166	0.158	0.151
Total pertes	-	-	-	-	-	0.020	0.108	0.250	1.291	2.089	1.378	0.685
Volume stocké	-	-	-	-	-	+0.098	+0.179	+1.79	+2.98	-1.62	-1.6	-0.520
Volume apports	-	-	-	-	-	0.118	0.287	2.04	4.27	0.469	-	0.165
Volume pluies	-	-	-	-	-	0.024	0.059	0.220	1.13	0.197	0	0
Volume écoulé	-	-	-	-	-	0.094	0.228	1.82	3.14	0.272	-	0.165

Volume global des apports : 7.4 millions de m³

Volume global ruisselé : 5.7 millions de m³

Lame écoulée : 8.1

Lame pluviométrique : 824 mm

Coefficient de ruissellement : 1.0 %

Tableau n° 35.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³.

Année 1982

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	0.303	0.198	0.224	0.193	0.147	0.107	0.119	1.23	2.96	3.04	2.66	2.49
Volume aval	0.134	0.121	0.134	0.130	0.134	0.130	0.134	0.991	5.60	0.935	0.130	0.134
Total pertes	0.437	0.319	0.358	0.323	0.281	0.237	0.253	2.221	8.56	3.975	2.79	2.624
Volume stocké	-0.482	-0.183	-0.145	-0.055	-0.065	+0.120	+0.215	+11.63	-1.89	-1.88	-2.52	-2.19
Volume apports	-	0.136	0.213	0.268	0.216	0.357	0.468	13.85	6.67	2.10	0.27	0.43
Volume pluies	0	0	0	0.047	0.037	0.112	0.173	1.72	2.14	0.961	0	0
Volume écoulé	-	0.136	0.213	0.221	0.179	0.245	0.295	12.13	4.53	1.149	0.27	0.43

Volume global des apports : 25.0 millions de m³

Volume global ruisselé : 20 millions de m³

Lame écoulée : 22 mm

Lame pluviométrique : 907 mm

Coefficient de ruissellement : 2.4 %

Tableau n° 36.

Barrage de KARAMASSASSO

Estimation des apports au barrage en millions de m³

Année 1983

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume évaporé	1.43	0.58	0.32	0.24	0.22	0.13	0.12	0.12	0.15	0.18	0.17	0.14
Volume aval	0.16	0.13	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.11	0.12	0.10	0.09
Total pertes	1.59	0.71	0.45	0.35	0.32	0.22	0.21	0.21	0.26	0.30	0.27	0.23
Volume stocké	-1.5	-0.7	-0.4	-0.30	-0.14	+0.02	+0.05	+0.20	+0.25	-0.20	-0.20	-0.20
Volume apports	0	0	0	0.05	0.18	0.24	0.26	0.41	0.51	0.10	0.07	0
Volume pluies	0	0	0	0.04	0.04	0.08	0.10	0.21	0.15	0.01	0	0
Volume ruisselé	0	0	0	0.01	0.14	0.16	0.16	0.20	0.36	0.09	0.07	0

Volume global des apports : 1.8 millions de m³

Volume global ruisselé : 1.0 millions de m³

Lame écoulée : 2 mm

Lame pluviométrique : 715.4 mm

Coefficient de ruissellement : 0.15 %

4.2.3. Corrélations entre pluies annuelles et débits moyens annuels.

Les résultats de l'estimation des apports mensuels au barrage de KARAMASSASSO sont consignés au tableau n° 37 page 108. Les valeurs annuelles observées sont indiquées en dernière colonne du tableau.

Sur la même page, au tableau suivant n° 38, nous avons consigné les pluviométries moyennes estimées sur le bassin versant du SESSE à KARAMASSASSO à partir des indications fournies dans les rapports des campagnes hydrologiques.

En dernière colonne figurent les pluviométries moyennes annuelles du bassin.

Sur la figure n° 26 page 109 est dessinée la courbe traduisant la relation entre le débit moyen annuel ou module des apports au barrage de KARAMASSASSO et la pluviométrie moyenne sur le bassin.

La dispersion des points autour de la courbe est très réduite ce qui permet d'envisager son utilisation pour la génération des modules du SESSE à KARAMASSASSO à partir d'une estimation des pluies annuelles moyennes sur le bassin.

- Génération d'une longue série de débits annuels moyens au barrage de KARAMASSASSO.

Nous ne disposons malheureusement pas d'une longue série de débits au barrage de KARAMASSASSO, ni d'une longue série de pluies moyennes sur le bassin.

Cependant nous disposons des pluviométries observées aux postes de N'DOROLA et KOURROUMA, pluviométries étendues à la période 1949-1983.

Nous disposons également des observations hydrologiques des périodes 1975-1976 et 1981-1983. Or les années observées offrent un échantillon bien réparti de la pluviométrie annuelle sur le bassin : 712 millimètres en 1983 à 1114 millimètres en 1975, ce qui permet d'envisager une bonne estimation des modules sans extrapolation hasardeuse, opération toujours très contestable.

Il nous suffit maintenant de trouver un estimateur de la pluviométrie moyenne sur le bassin et de le corrélérer à la pluie moyenne observée sur les années 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983.

Notre estimateur sera tout simplement la moyenne des pluies observées aux postes de N'DOROLA et de KOURROUMA.

On peut constater sur la figure n° 27 page 110 que la moyenne des pluies à N'DOROLA et à KOURROUMA constitue une meilleure estimation de la pluie moyenne sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO que la pluie annuelle au poste de N'DOROLA et nous utiliserons la relation :

$$\text{pluie moyenne} = \left(\frac{P \text{ N'DOROLA} + P \text{ KOURROUMA}}{2} \right) - 50$$

Nous utiliserons donc cet estimateur pour générer les débits moyens annuels des apports au barrage de KARAMASSASSO. Les résultats de cette opération sont consignés sur le tableau n° 39 page 111.

Sur la même page nous avons dressé le tableau des modules classés dans un ordre décroissant en calculant pour chaque rang la fréquence expérimentale par la formule : $f = (r - 1/2)/N$, r étant le rang de la valeur et N le nombre total de valeurs dans l'échantillon ou taille de l'échantillon.

Ici $N = 35$.

Plusieurs lois ont été ajustées à l'échantillon des modules annuels reconstitués, il semble que la loi de GUMBEL fournisse l'ajustement le plus adéquat comme le montre la figure n° 28 page 112.

Les caractéristiques de l'échantillon sont alors les suivantes :

module moyen interannuel	:	$\bar{Q} = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$
module décennal humide	:	$2,38 \text{ m}^3/\text{s}$
module médian	:	$1,00 \text{ m}^3/\text{s}$
module décennal sec	:	$0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

Tableau n° 37.

Apports au barrage du SESSE à KARAMASSASSO

débits moyens mensuels en m³/s

Mois année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1974	-	-	-	-	-	-	0.864	6.47	5.79	1.33	-	-	-
1975	0	0	0	0	0.029	0.038	1.542	7.78	12.57	2.84	0.010	0.036	2.08
1976	0.019	0.016	0.024	0.004	0	0	0.414	4.11	2.36	1.39	0.849	-	0.771
1981	-	-	-	-	-	0.046	0.107	0.762	1.65	0.175	-	0.062	0.235
1982	-	0.056	0.080	0.103	0.083	0.138	0.175	5.171	2.57	0.784	0.104	0.161	0.793
1983	0	0	0	0.019	0.067	0.093	0.097	0.153	0.197	0.039	0.027	0	0.057

Tableau n° 38.

. SESSE à KARAMASSASSO

pluviométries moyennes sur le bassin en mm.

Mois année	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Année
1974	0.0	0.0	105.5	12.7	22.6	188.4	187.3	337.1	117.1	39.3	0.0	0.0	1010.0
1975	0.0	0.0	32.0	7.9	100.4	121.0	336.7	214.8	249.6	39.3	12.5	0.0	1114.2
1976	0.0	0.0	0.0	73.9	123.3	95.7	220.6	241.0	101.7	101.9	0.0	0.0	958.1
1981	0.0	*5.0	*1.0	16.0	102.5	107.6	245	184.2	143	19.3	0.0	0.0	823.6
1982	0.0	*1.0	*2.0	56	94	146	215	231	97	65	0.0	0.0	907
1983	0.0	*3.0	*2.0	22.4	75.0	114.9	161.7	198.0	130.9	12.5	*5.0	0.0	712

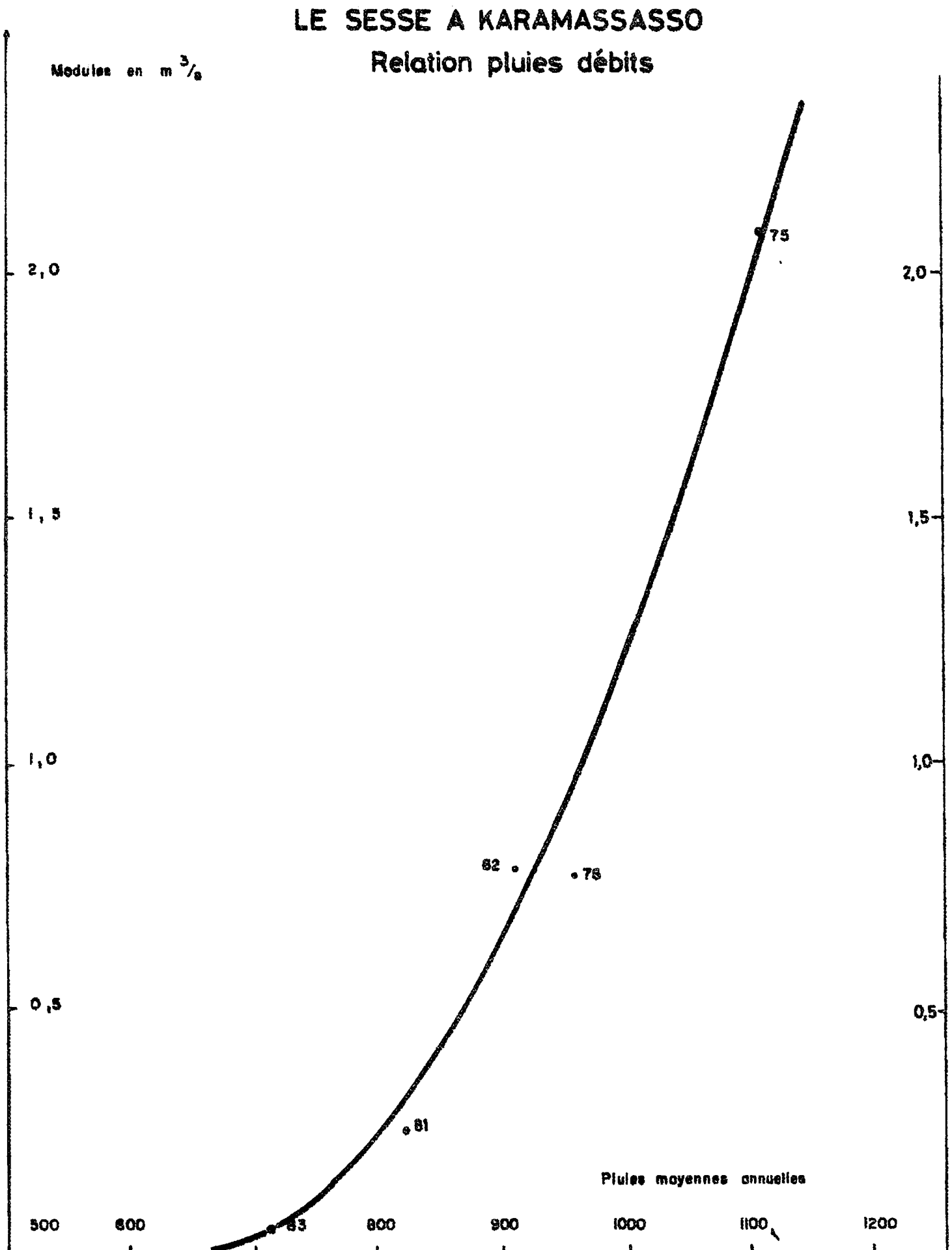


Figure n° 27

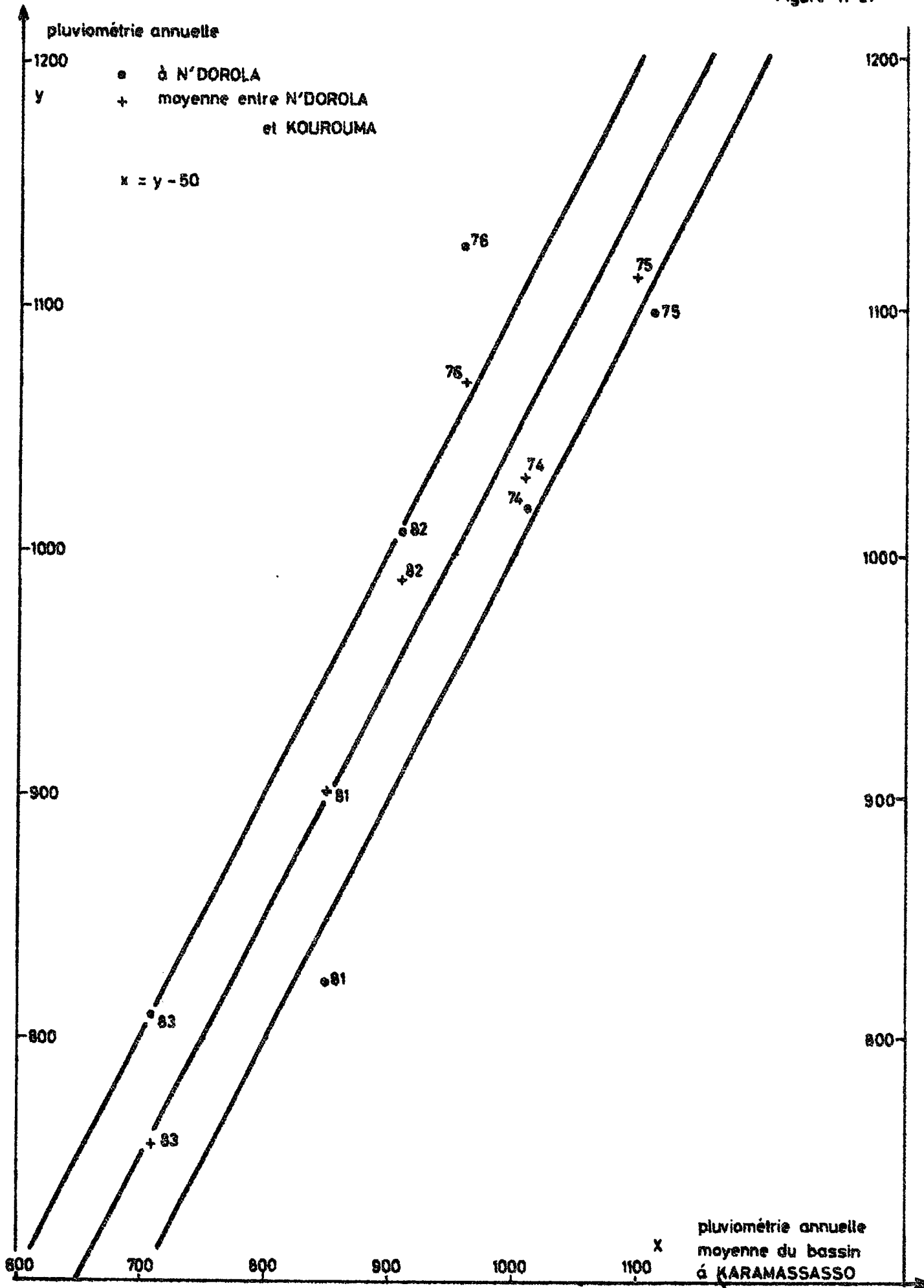


Tableau n° 39

Statistique des modules du SESSE à KARAMASSASSO

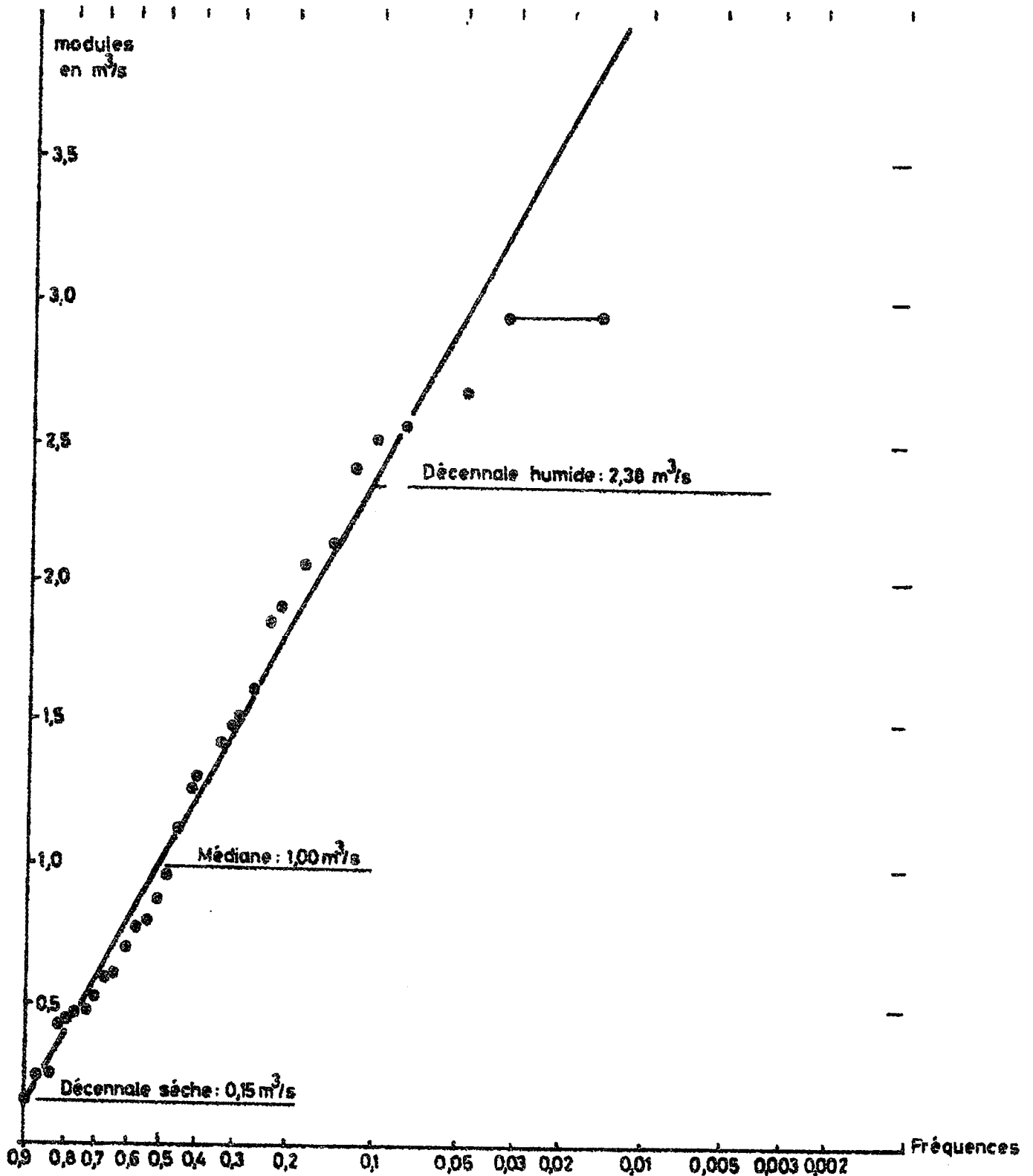
Année	Pluie moyenne sur le bassin	Module estimé
1949	859	0.47
50	858	0.45
51	1 152	2.43
52	1 054	1.63
53	956	0.96
54	1 223	2.96
55	1 090	1.87
56	1 041	1.50
57	1 176	2.53
58	1 127	2.15
59	763	0.15
1960	1 034	1.44
61	857	0.44
62	889	0.59
63	1 015	1.30
64	1 178	2.57
65	876	0.53
66	947	0.88
67	1 013	1.30
68	1 191	2.70
69	1 046	1.53
1970	1 098	1.93
71	729	0.08
72	852	0.43
73	669	0.02
74	* 1 010	1.27
75	* 1 114	* 2.08
76	* 958	* 0.771
77	799	0.24
78	985	1.12
79	892	0.60
1980	905	0.69
81	824	* 0.235
82	* 907	* 0.793
83	* 712	* 0.057

* Valeurs observées

Rang	Fréquence	Module	Année
1	0.0143	2.96	54
2	0.0429	2.70	68
3	0.0714	2.57	64
4	0.1000	2.53	57
5	0.1286	2.43	51
6	0.1571	2.15	58
7	0.1857	2.08	75
8	0.2143	1.93	70
9	0.2429	1.87	55
10	0.2714	1.63	52
11	0.3000	1.53	69
12	0.3286	1.50	56
13	0.3571	1.44	60
14	0.3857	1.30	63
15	0.4143	1.30	67
16	0.4429	1.27	74
17	0.4714	1.12	78
18	0.5000	0.96	53
19	0.5286	0.88	66
20	0.5571	0.793	82
21	0.5857	0.771	76
22	0.6143	0.69	80
23	0.6429	0.60	79
24	0.6714	0.59	62
25	0.7000	0.53	65
26	0.7286	0.47	49
27	0.7571	0.45	50
28	0.7857	0.44	61
29	0.8143	0.43	72
30	0.8429	0.24	77
31	0.8714	0.235	81
32	0.9000	0.15	59
33	0.9286	0.08	71
34	0.9571	0.057	83
35	0.9857	0.02	73

Module interannuel $\bar{Q} = 1.16 \text{ m}^3/\text{s}$

AJUSTEMENT D'UNE LOI DE GUMBEL A L'ECHANTILLON DES MODULES DE LA RIVIERE SESSE A KARAMASSASSO



4.3. Etude des crues au barrage de KARAMASSASSO.

La finalité de l'étude des crues au barrage de KARAMASSASSO est de permettre d'une part la prévision à court terme des apports au barrage afin que les vannes soient manoeuvrées de façon optimale et d'autre part la reconstitution des apports au barrage de KARAMASSASSO à partir des pluies.

La présente étude des crues consistera donc à mettre en relation des épisodes pluvieux et des crues.

Avant de présenter les résultats bruts sous forme de tableaux, nous allons exposer la méthodologie utilisée pour l'étude des crues de la rivière SESSE au barrage de KARAMASSASSO.

4.3.1. Méthodologie de l'étude des crues.

Mettre en relation les épisodes pluvieux et les crues d'un bassin, c'est établir une correspondance entre les crues observées à l'exutoire et les pluies qui ont provoqué ces crues.

Afin de faciliter ce travail, nous avons dessiné sur les figures n° 29 à 34, pages 118 à 123, les limnigrammes enregistrés au barrage de KARAMASSASSO entre le mois de juillet et le mois d'octobre des années 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983.

Au dessus des limnigrammes, nous avons figuré les pluies journalières par des traits dont la longueur est proportionnelle à la pluie observée.

Les ouvertures et les fermetures des vannes du barrage sont signalées par des flèches surmontées des lettres OU. pour l'ouverture et Fe. pour la fermeture.

Enfin les débits journaliers, transitant par le barrage vers l'aval de KARAMASSASSO, sont représentés à la partie inférieure de chaque dessin par un hydrogramme des débits à l'aval du barrage.

Grâce aux limnigrammes du plan d'eau à l'amont du barrage, il est possible d'en suivre les variations : une montée rapide du plan d'eau est assimilable à une crue, une descente rapide est la conséquence d'une ouverture des vannes, un ralentissement et un plafonnement de la montée du plan d'eau traduisent une décrue.

En pratique, l'ouverture et la fermeture des vannes viennent perturber l'interprétation des variations de la cote du plan d'eau.

Il est donc indispensable de procéder à un bilan journalier des entrées et des sorties d'eau dans la retenue du barrage de KARASSASSO pour déterminer les débuts et les fins de crues.

a) bilan journalier de l'eau sur le barrage
de KARASSASSO.

La méthodologie exposée antérieurement pages 89 à 97 reste valable à l'échelle de la journée :

$$V \text{ apports} = V \text{ pertes} + \Delta V \text{ réserves}$$

- pour les volumes évaporés du jour j :

$$V_e^j = S^j H_e^j \cdot 10^3$$

$$H_e^j = 0,8 H_{ec}^j$$

V_e^j volume évaporé en m^3

S^j surface du plan d'eau en km^2

H_e^j hauteur évaporée en mm

H_{ec}^j hauteur évaporée au bac colorado en mm.

- les volumes infiltrés seront supposés négligeables,

- les variations journalières du volume des réserves seront estimées comme suit :

$$\Delta V_j = V_{j+1} - V_j$$

V_{j+1} volume des réserves au jour j + 1

V_j volume des réserves au jour j.

- les volumes transitant par l'ouvrage sont calculés à partir des débits moyens journaliers évacués par le barrage :

$$VP_j = QP_j \times 86\,400$$

VP_j volumes des pertes en m^3

QP_j débit moyen journalier évacué, en m^3/s .

b) séparation des différentes crues.

Plusieurs jours de pluies consécutifs entraînent la formation de crues complexes, la séparation des crues n'est alors possible que si une période sèche suffisamment longue vient s'intercaler entre deux périodes humides.

L'observation des crues et des pluies permet de constater que pour le barrage de KARAMASSASSO, la période sèche doit être d'une durée au moins égale à 3 jours pour que la séparation des crues soit effectuée sans ambiguïté.

Le plan d'eau de KARAMASSASSO réagit rapidement à la chute d'une pluie supérieure à 15 millimètres et les effets de cette pluie peuvent se faire sentir très longtemps pourvu que la pluie soit suffisamment forte. Pour une pluie de l'ordre de 20 millimètres, le temps de base de la crue est de l'ordre de 1 à 3 jours : 1 jour en début de saison humide, 3 jours en fin de saison humide. Pour une pluie de l'ordre de 40 millimètres, le temps de base de la crue est de l'ordre de 3 jours.

Il est donc plus facile de séparer les crues en début de saison humide, de ce fait le nombre de crues différenciées sera plus élevé pour les mois de juin et juillet que pour les mois d'août et septembre.

c) détermination des paramètres hydropluviométriques des crues.

Pour l'étude des crues au barrage de KARAMASSASSO, nous avons déterminé les paramètres hydropluviométriques suivants :

- P, la pluie moyenne sur le bassin
- IH, l'indice d'humidité des sols
- Qbd, le débit de base en début de crue,
- Tb, le temps de base de la crue (durée de la crue),
- VB, le volume de base sur le temps de base,
- VE, le volume écoulé sur le temps de base,
- IR, la lame ruisselée,
- K, le coefficient de ruissellement,

La pluie moyenne journalière sur le bassin versant du SESSE à KARAMASSASSO a été calculée par la méthode de THIESSEN.

L'indice d'humidité des sols avant l'averse est calculé de façon identique à celle du rapport "Etude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE -5- rapport définitif
L. LE BARBE mai 1977, page 18.

Soient :

IH_j : l'indice d'humidité précédant la pluie du jour j,

P_{j-1} : la pluie du jour j-1, veille du jour j,

ETR : l'évapotranspiration réelle,

ETP : l'évapotranspiration potentielle,

On pose :

ETP = 6 mm/jour en mai et juin

ETP = 5 mm/jour en juillet, août et septembre.

$$IH_j = IH_{j-1} + P_{j-1} - ETR$$

$$ETR = ETP \text{ si } IH_{j-1} + P_{j-1} > ETP$$

$$ETR = IH_{j-1} + P_{j-1} \text{ si } IH_{j-1} + P_{j-1} < ETP$$

Le débit de base en début de crue est le débit moyen journalier du jour qui précède la crue, il est noté Q_{bd} .

Le débit de base en fin de crue est le débit moyen journalier du jour qui suit la crue, il est noté Q_{bf} .

En règle général : $Q_{bf} \gg Q_{bd}$.

Le débit de base en fin de crue n'est pas toujours facile à déterminer, nous avons dû parfois nous contenter d'une estimation approchée, notée par un astérisque , *, sur le tableau des résultats.

Le temps de base équivaut à la durée de la crue, la précision de sa détermination ne peut être supérieure au pas de temps de calcul des bilans au barrage de KARAMASSASSO, c'est-à-dire à la journée.

Le volume écoulé au cours d'une crue correspond au volume des apports au barrage de KARAMASSASSO sur la durée du temps de base.

Le volume de base est calculé de la façon suivante :

$$VB = \frac{(Q_{bd} + Q_{bf})}{2} \cdot T_b$$

Q_{bd} et Q_{bf} en m^3/s

T_b en secondes

VB en m^3

La lame d'eau ruisselée est alors égale au rapport suivant :

$$LR = \frac{(VE - VB)}{S} \times 10^{-3}$$

| VE volume écoulé en m³
| VB volume de base en m³
| S superficie du bassin en km²

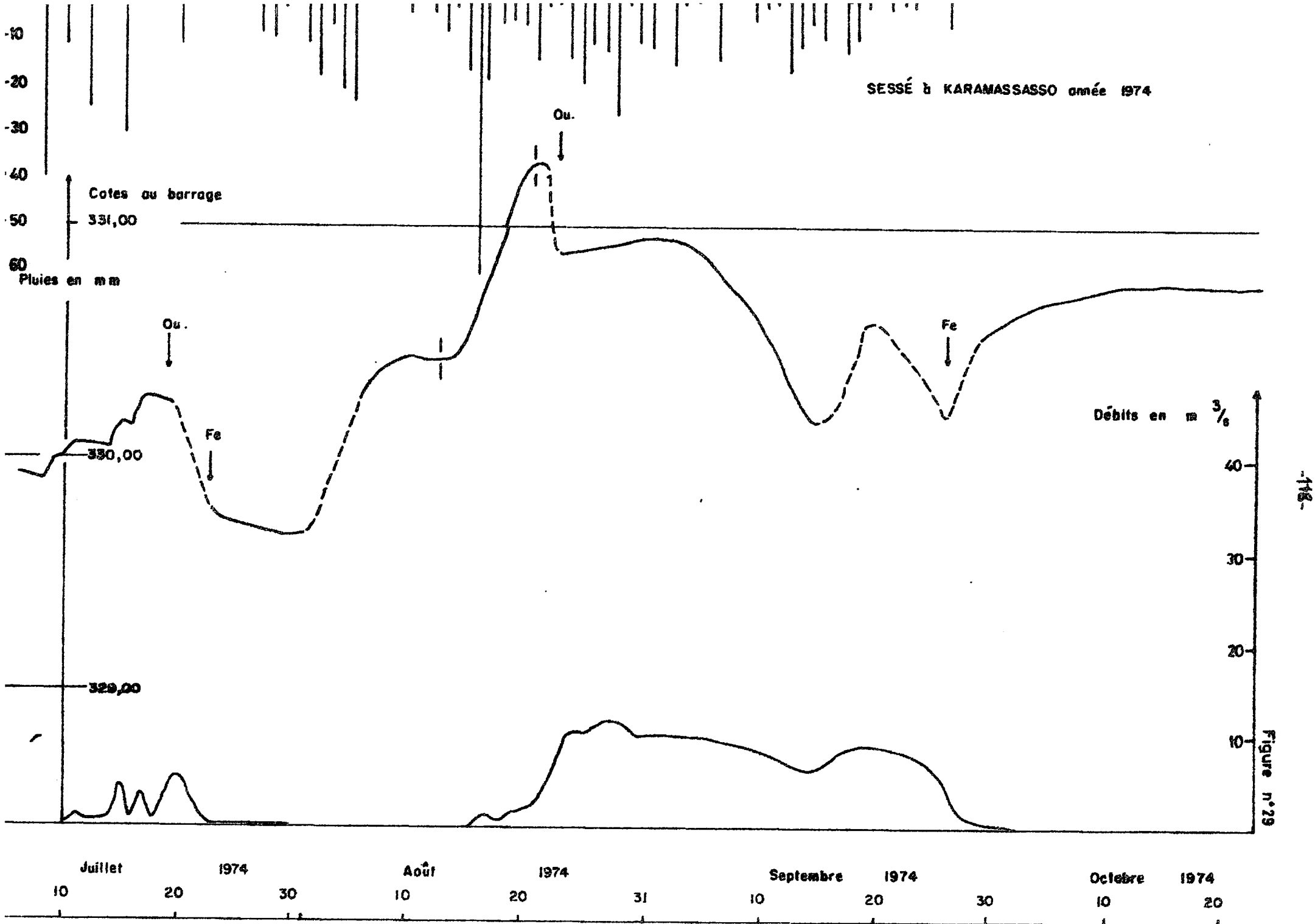
Le coefficient de ruissellement est égal au rapport :

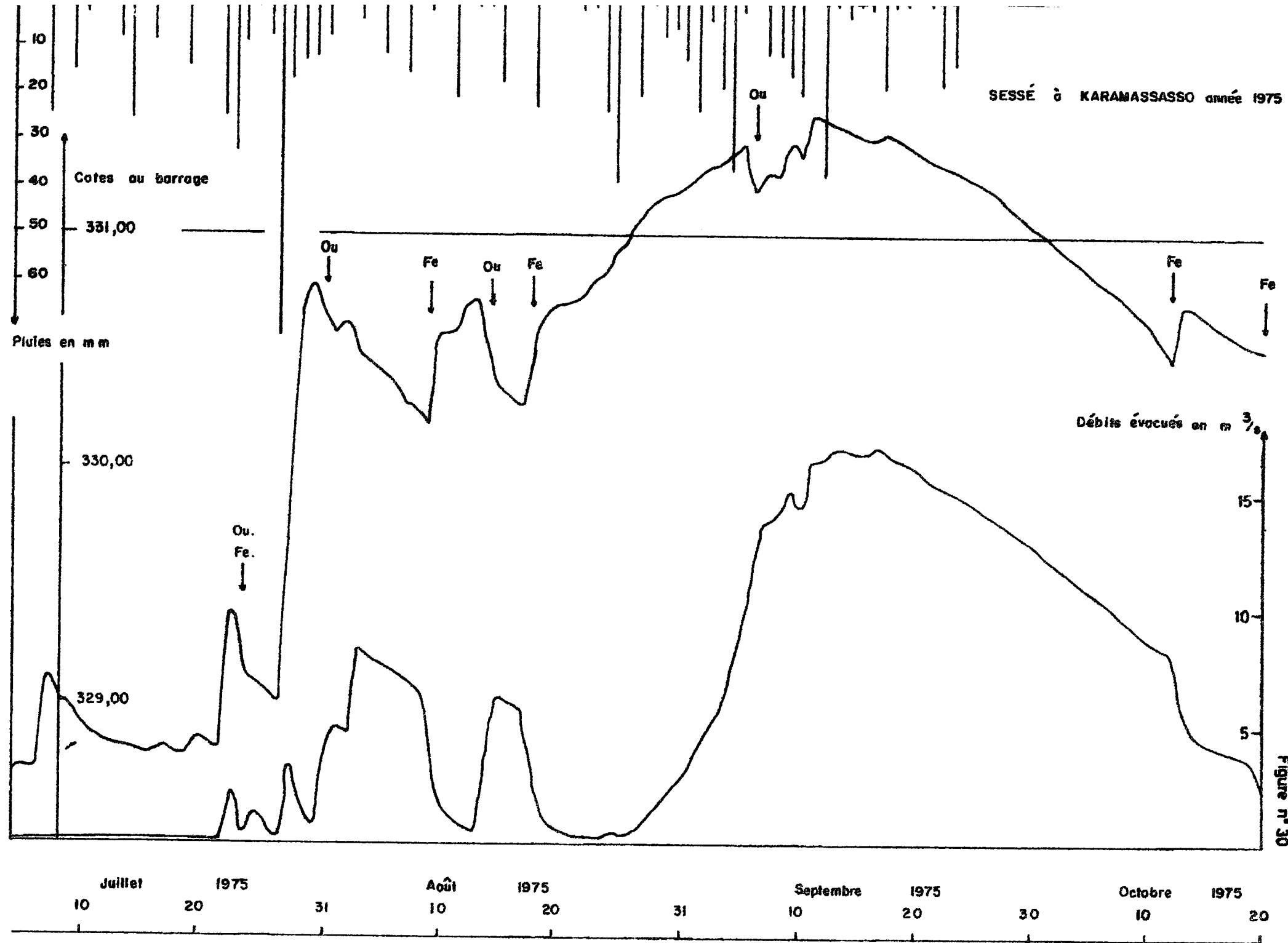
$$K = \frac{LR}{P} \cdot 100.$$

LR : lame d'eau ruisselée en mm

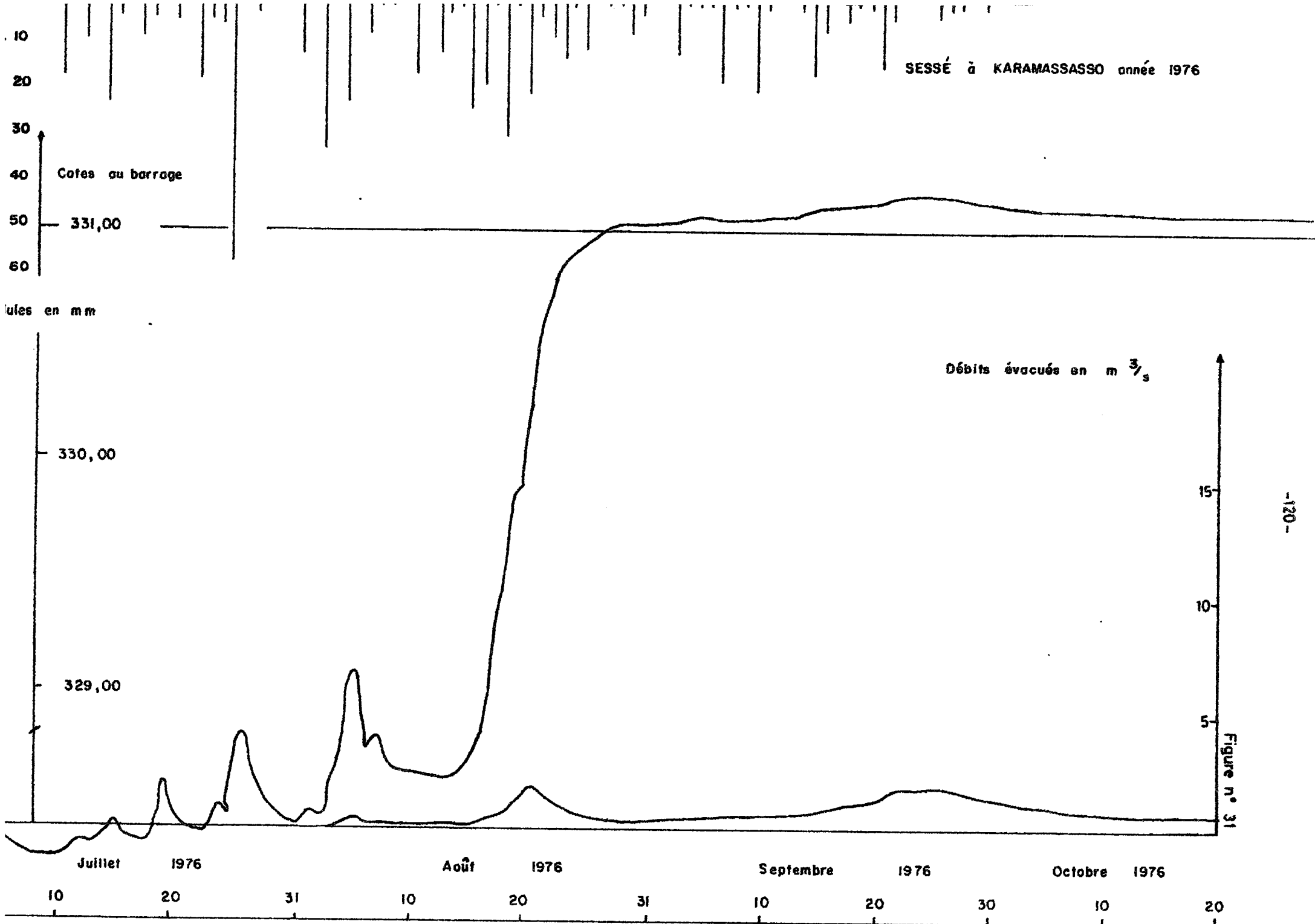
P : pluie moyenne sur le bassin en mm

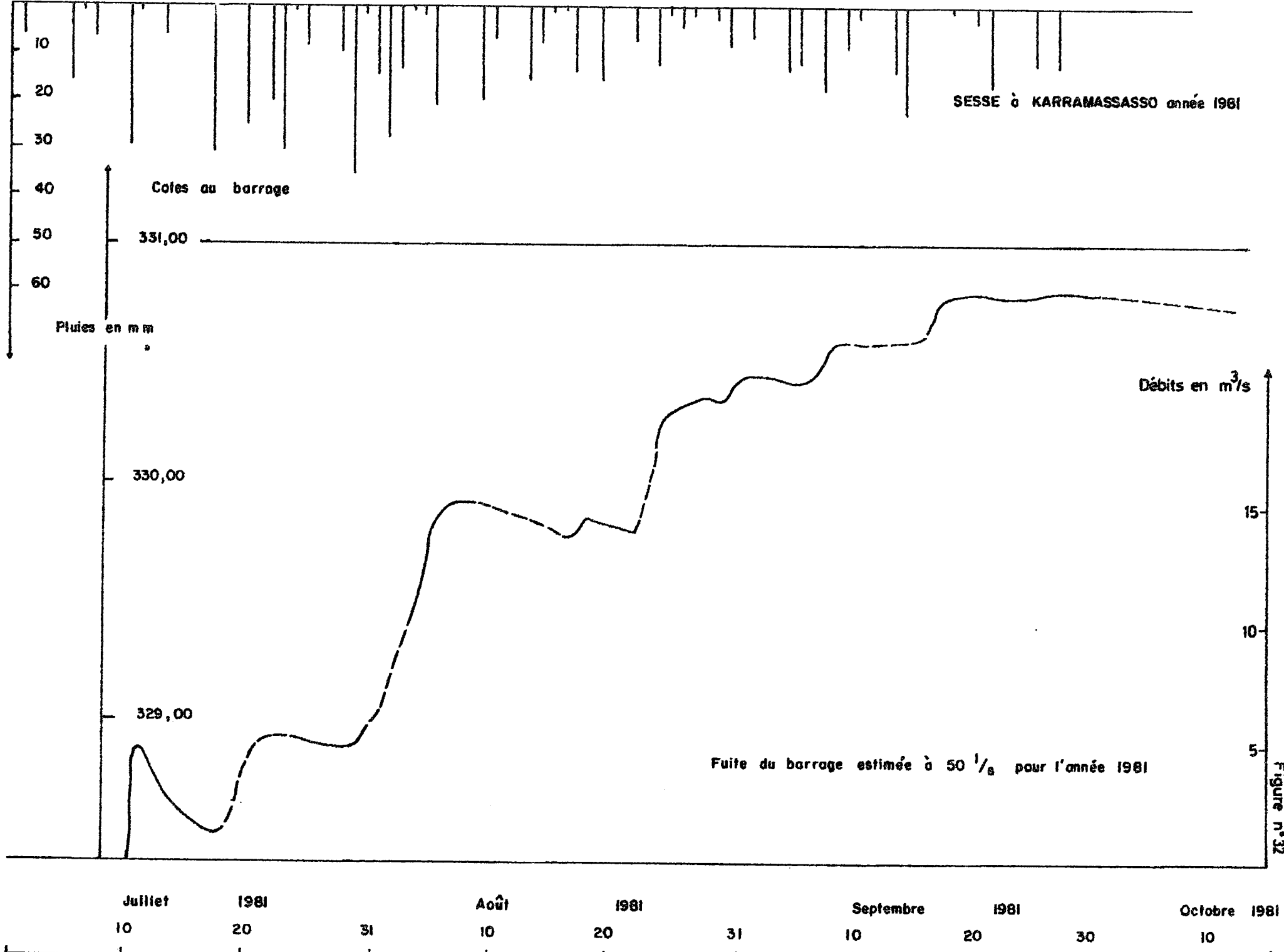
K en %.





SESSÉ à KARAMASSASSO année 1976





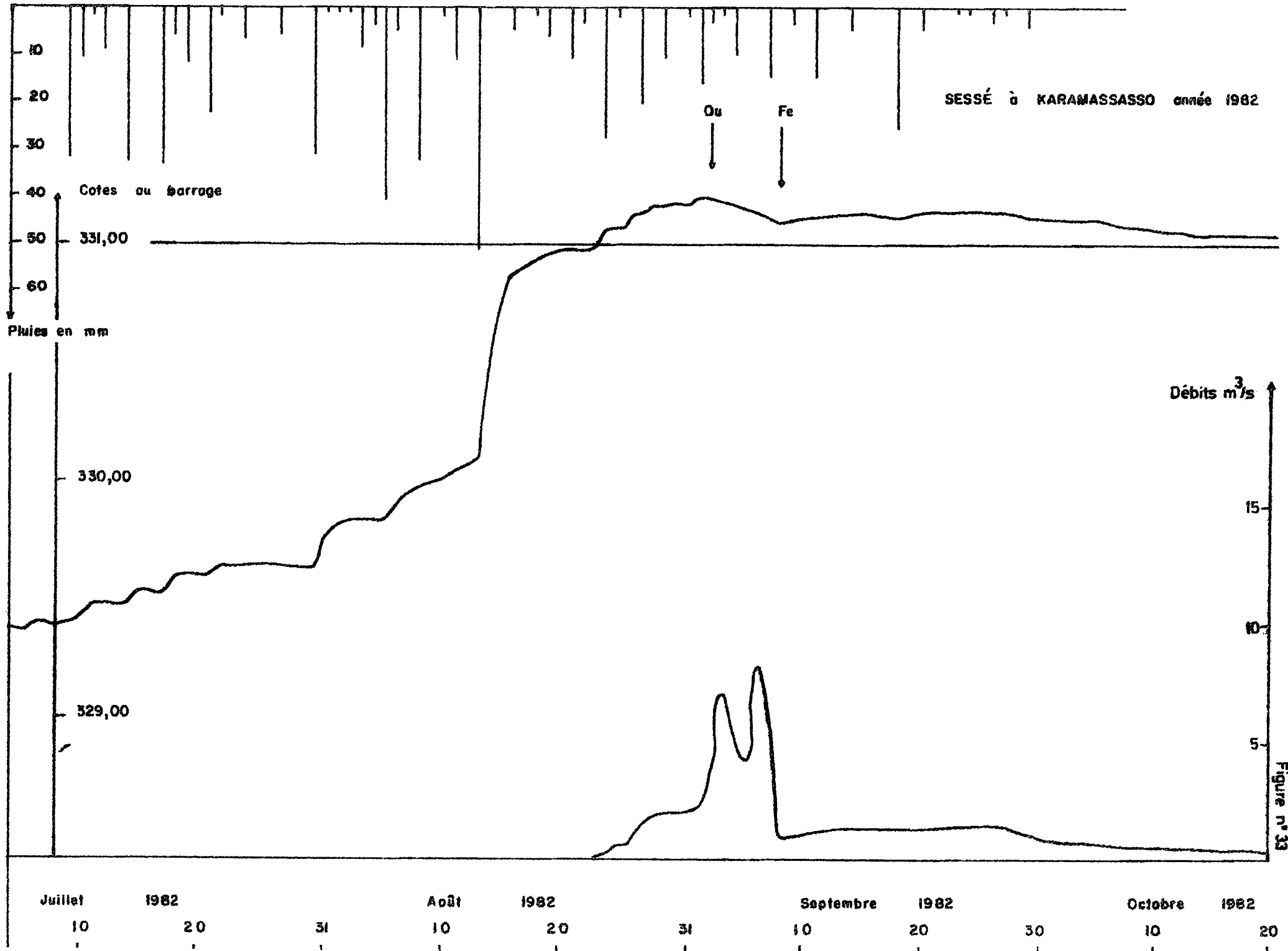
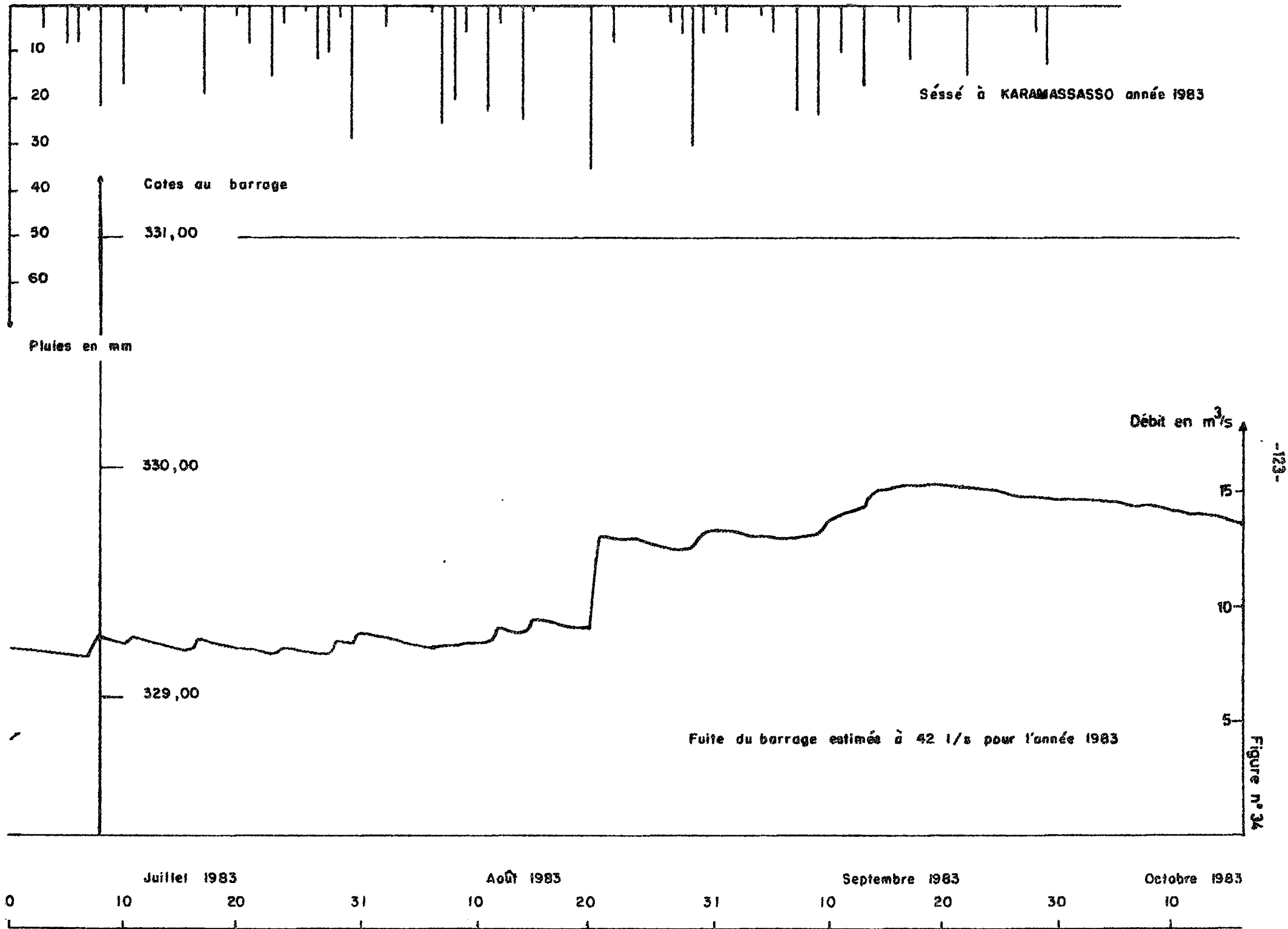


Figure n° 33



4.3.2. Résultats de la détermination des paramètres de crues.

Pour les années observées : 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983, nous avons réussi à isoler environ 70 crues dont les paramètres hydrologiques sont consignés au tableau n° 40 pages 125 et 126.

Pour le calcul des indices d'humidité des sols, des tableaux ont été établis, identiques au tableau n° 41 page 127 de l'année 1975.

Lorsqu'il n'a pas été possible de subdiviser les crues complexes en crues simples, nous avons calculé la pluviométrie journalière moyenne équivalente et la lame d'eau ruisselée journalière correspondante.

Les premières conclusions, qui peuvent être tirées du tableau des paramètres de crues de la rivière SESSE au barrage de KARASSASSO, sont les suivantes :

- . La plus forte coefficient de ruissellement observé ne dépasse pas 10 pour cent,
- . Le temps de base d'une crue simple, n'excède pas 3 jours et varie de 1 à 3 jours selon l'importance de la pluie,
- . Le temps de concentration du bassin est de l'ordre de 2 jours,
- . Le débit de base de la rivière SESSE en début de crue croît avec l'indice d'humidité des sols,
- . Le débit de base en fin de crue est fonction du débit de base en début de crue et de l'importance de la pluie, il a tendance à plafonner aux environs de 14 m³/s.

Les écoulements les plus importants ont été observés pendant le mois de septembre 1975.

La lame ruisselée la plus forte a été observée entre le 15 et le 20 août 1974.

Tableau n° 40.

Crues du SESSE à KARAMASSASSO

S = 914 km²

N° d'ordre	Dates	pluie P mm	Indice IH mm	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	Tb jours	Ve M m ³	Vb M m ³	LR mm	K %
1	05/07/1974	20.4	47	0	0	-	0	0	0	0
2	08/07/1974	40.4	53	0	0.400	3	0.204	0.052	0.17	0.421
3	12/07/1974	24.6	73	*0.200	*0.800	1	0.421	0.043	0.41	1.67
4	15/07/1974	27.9	74	*0.800	*0.800	1	0.294	0.069	0.25	0.896
5	1 au 05/08/1974	78.3	96	0.230	*0.400	9	1.621	0.245	1.51	1.93
5	valeur moyenne	15.7	96	0.230	0.264	-	0.324	-	0.30	-
6	15 au 17/08/1974	95	120	*0.300	13.0	6	12.26	3.45	9.64	10.1
7	24/08 au 02/09/1974	127	264	*5.5	*6.0	10	10.68	4.97	6.24	4.91
7	valeur moyenne	18	264	5.5	5.57	-	1.53	-	0.89	-
8	03/07/1975	17.1	0	0	0	2	0.139	0	0.15	0.88
9	07 et 09/07/1975	41.1	13	0	0.018	5	0.116	0.004	0.12	0.29
9	valeur moyenne	20.6	13	0	0.010	-	0.058	-	0.06	0.29
10	19/07/1975	14.7	35	*0.02	*0.020	1	0.039	0.002	0.04	0.27
11	22, 23/07/1975	58.6	46	*0.02	0.350	4	0.483	0.064	0.46	0.78
11	valeur moyenne	29.3	46	0.02	0.185	-	0.242	-	0.23	-
12	27 au 30/07/1975	115	116	0.350	5.00	7	5.57	1.62	4.32	3.76
13	27/07/1975	72.7	88	0.350	14.0	2	5.10	1.24	4.22	5.80
14	5 et 7/08/1975	27.4	163	5.0	*5.0	5	3.18	2.16	1.12	4.09
15	11/08/1975	20.2	162	2.0	*2.5	2	1.45	0.39	1.17	5.79
16	15/08/1975	17.5	165	*2.0	*2.0	2	1.25	0.35	0.98	5.60
17	18/08/1975	23.1	168	2.0	3.3	2	1.51	0.46	1.15	4.98
18	23, 24, 26/08/1975	85.5	192	2.17	10.0	6	7.32	3.15	4.56	5.33
18	valeur moyenne	28.5	192	2.17	4.78	-	-	-	1.52	-
19	31/08 au 04/09/1975	92.8	248	10.0	11.5	7	11.12	6.09	5.49	5.92
19	valeur moyenne	23.2	248	10.0	10.4	-	-	-	1.37	-
20	7 au 11/09/1975	98.2	309	11.5	11.8	7	15.22	7.05	8.10	8.25
20	valeur moyenne	19.6	309	11.5	11.6	-	-	-	1.03	-
21	16/09/1975	19.3	358	10.0	10.0	3	3.10	2.59	0.51	2.64
22	02/07/1976	26.4	0	0.005	*0.010	1	0.094	0.007	0.100	0.38
23	04/07/1976	13.7	20	*0.010	*0.010	1	0.031	0.009	0.033	0.24
24	10/07/1976	17.7	2	0	0.010	1	0.022	0.004	0.024	0.14
25	14/07/1976	22.9	8	0.010	0.010	2	0.108	0.002	0.116	0.51
26	22/07/1976	18.2	22	0.026	*0.030	2	0.135	0.005	0.142	0.78
27	25/07/1976	57.2	36	0.030	0.326	2	0.420	0.031	0.426	0.75
28	31/07/1976	12.6	66	0.148	0.150	1	0.027	0.013	0.015	0.12
29	12/08/1976	11.6	103	0.111	0.120	1	0.020	0.010	0.010	0.09
30	15, 16, 18, 20/08/1976	93.4	126	0.120	*10.0	8	4.33	3.50	0.917	0.98
30	valeur moyenne	23.4	126	0.12	2.6	-	-	-	0.230	-
31	02/09/1976	12.0	155	1.15	1.37	1	0.626	0.109	0.570	4.75
32	09/09/1976	19.6	151	1.30	1.40	1	0.452	0.117	0.370	1.89
33	14/09/1976	15.0	147	1.40	1.59	1	0.467	0.129	0.370	2.47
34	20/09/1976	14.3	143	1.37	*1.60	1	0.409	0.128	0.310	2.17

M m³ = millions de m³.

Tableau n° 40 (suite)

Crues du SESSE à KARAMASSASSO

S = 914 km²

N° d'ordre	Dates	Pluie P mm	Indice IH mm	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	Tb jours	Ve M m ³	Vb M m ³	LR mm	K %
35	05/07/1981	16.6	0	0	0	-	0.0	0	0	0
36	10/07/1981	30.0	0	0	0	1	0.135	0	0.148	0.49
37	17 et 20/07/1981	57.8	11	0	0.010	5	0.172	0.002	0.186	0.32
37	valeur moyenne	28.9	11	0	0.005	-	-	-	0.093	0.32
38	22/07/au 05/08/1981	176.0	84	0.010	*0.100	16	0.642	0.076	0.620	0.35
38	valeur moyenne	22.0	84	0.010	0.021	-	-	-	0.077	--
39	17/08/1981	14.1	145	*0.100	*0.100	1	0.047	0.002	0.050	0.35
40	19, 22, 24/08/1981	38.8	149	*0.100	0.380	8	0.917	0.166	0.820	2.11
40	valeur moyenne	13.0	149	0.100	0.200	-	-	-	0.270	-
41	06/07/1982	19.4	0	0.060	0.090	2	0.031	0.013	0.019	0.10
42	9 et 10/07/1982	42.8	11	0.090	0.103	3	0.066	0.025	0.044	0.10
43	14/07/1982	32.6	32	0.100	0.100	1	0.033	0.009	0.026	0.08
44	17, 19/07/1982	45.4	57	0.060	0.090	2	0.049	0.013	0.039	0.086
45	21/07/1982	23.9	105	0.060	0.082	1	0.022	0.006	0.018	0.075
46	30/07/1982	31.3	97	0.109	0.198	2	0.120	0.027	0.101	0.32
47	05/08/1982	40.1	111	0.112	0.256	2	0.097	0.031	0.072	0.18
48	08/08/1982	33.7	141	0.256	0.346	2	0.084	0.052	0.035	0.10
49	13/08/1982	51.1	164	0.810	9.02	3	5.322	1.274	4.43	8.67
50	21/08/1982	11.5	188	1.79	1.79	1	0.155	0.155	0	0
51	24/08/1982	28.4	187	*1.50	5.31	1	1.180	0.588	0.648	2.28
52	27/08/1982	20.7	201	*5.30	*5.30	1	0.889	0.458	0.472	2.28
53	29/08/1982	10.2	212	3.00	3.15	1	0.382	0.266	0.127	1.25
54	01/09/1982	16.7	207	3.15	*3.30	2	1.091	0.557	0.584	3.50
55	11/09/1982	14.1	206	2.05	2.36	1	0.414	0.191	0.244	1.73
56	18/09/1982	25.9	189	*2.00	2.72	2	0.869	0.408	0.504	1.95
57	08/07/1983	22.4	1	0.070	0.070	1	0.046	0.006	0.043	0.19
58	10/07/1983	17.3	14	0.070	0.070	1	0.017	0.006	0.012	0.07
59	17/07/1983	19.3	0	0.010	0.010	1	0.026	0.001	0.025	0.13
60	23/07/1983	15.4	0	0	0.028	1	0.010	0.001	0.009	0.06
61	27, 28, 30/07/1983	51.9	7	0.018	0.077	4	0.072	0.016	0.061	0.12
61	valeur moyenne	17.3	7	0.018	0.038	-	-	-	0.020	-
62	07, 08/08/1983	46.6	15	0.074	0.075	2	0.019	0.012	0.008	0.02
62	valeur moyenne	23.3	15	0.074	0.075	-	-	-	0.004	-
63	12/08/1983	23.3	37	0.064	0.070	1	0.031	0.006	0.027	0.12
64	14/08/1983	24.8	49	0.070	0.070	1	0.031	0.006	0.027	0.11
65	20/08/1983	35.4	45	0.059	0.074	1	0.246	0.006	0.263	0.74
66	29/08/1983	30.2	53	0.084	0.085	2	0.050	0.015	0.038	0.13
67	7 au 17/09/1983	90.3	78	0.082	0.101	11	0.229	0.087	0.155	0.17
67	valeur moyenne	18.1	78	0.082	0.086	-	-	-	0.031	-

M m³ = millions de m³

Tableau n° 41.

Pluie moyenne sur le bassin du SESSE
à KARAMASSASSO.

Année 1975

Jours	Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre	
	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH
1			0.9	0		2.6	5.9	0		177.5	23.9	237.3
2	1.0	0	0.4	0		0	10.1	0.9	0.1	172.5	4.2	256.2
3			0.3	0			17.1	0	4.8	167.6	18.8	255.4
4							8.5	12.1		167.4	37.2	269.2
5					12.5	0		15.6	11.7	162.4	1.2	301.4
6						6.5		10.6	0.1	169.1		297.6
7			4.6	0		0.5	25.2	5.6	15.7	164.2	11.1	292.6
8					8.3	0		25.8		174.9	12.1	298.7
9						2.3	15.9	20.8	2.1	169.9	16.5	305.8
10	4.7	0			1.8	0	3.2	31.7	0.3	167.0	20.1	317.3
11					3.4	0	0.2	29.9	20.2	162.3	38.4	332.4
12					0.3	0	8.9	25.1	0.9	177.5	0.4	365.8
13					2.3	0	26.2	29.0	1.4	173.4	3.6	361.2
14			0.6	0				50.2	0.3	169.8	0.1	359.8
15			1.0	0	36.6	0		45.2	17.5	165.1	2.0	354.9
16					22.7	30.6	9.3	40.2	0.5	177.6	19.3	357.9
17			34.8	0	1.0	47.3	0.1	44.5		173.1	0.9	372.2
18				28.8	13.4	42.3	0.6	39.6	23.1	168.1	0.2	368.1
19			0.3	22.8		49.7	14.7	35.2		186.2		363.3
20			5.3	17.1	9.8	43.7	0.2	44.9	0.3	181.2		358.3
21	1.3	0		16.4	0.2	47.5		40.1	1.7	176.5	0.3	353.3
22				10.4		41.7	25.7	35.1	0.9	173.2	18.8	348.6
23			39.6	4.4	4.7	35.7	32.9	55.8	24.6	169.1	13.6	362.4
24				38.0	0.2	34.4	9.2	83.7	39.7	188.7	0.1	371.0
25				32.0		28.6	1.5	87.9		223.4		366.1
26				26.0	2.4	22.6	8.2	84.4	21.2	218.4		361.1
27			0.2	20.0	1.4	19.0	72.7	87.6	0.1	234.6	0.1	356.1
28			12.4	14.2		14.4	17.3	155.3	0.3	229.7		351.2
29				20.6		8.4	12.9	167.6	7.9	225.0	6.5	346.2
30	0.3	0		14.6		2.4	12.0	175.5	6.5	227.9	0.2	347.7
31				8.6			8.2	182.5	12.9	229.4		
Valeurs Mensuelles	7.9	0	100.4	6.2	121.0	18.2	336.7	69.8	214.8	180.9	249.6	308.5

P = pluie moyenne journalière sur le bassin

IH = indice d'humidité des sols.

4.3.3. Relations entre les paramètres pluviométriques et hydrométriques.

Dans le but de générer des crues à partir des séries pluviométriques observées, nous allons essayer de définir des relations mathématiques entre la pluie journalière, l'indice d'humidité d'une part et les paramètres hydrométriques d'autre part : débits de base, coefficient de ruissellement et temps de base.

a) détermination du débit de base en début de crue.

Sur la figure n° 35 page 130, nous avons représenté les débits de base du SESSE au barrage de KARAMASSASSO en fin de crue suivis des débits de base en début de la crue suivante.

En ordonnées sont placés les débits de base suivant une échelle logarithmique et en abscisses sont placés les jours, compris entre le 1er juillet et le 30 septembre.

La droite qui joint deux débits consécutifs a pour pente la valeur suivante :

$$\text{Log } Q_{bf}^i - \text{Log } Q_{bd}^{i+1} = -a \cdot t$$

$$a = - \frac{1}{t} \cdot \text{Log } \frac{Q_{bf}^i}{Q_{bd}^{i+1}}$$

t : durée en jours séparant la fin de la crue i et le début de la crue $i + 1$.

a : pente de la droite

Q_{bf}^i : débit de base en fin de la crue i

Q_{bd}^{i+1} : débit de base en début de la crue $i + 1$

Du 1er au 31 juillet on peut supposer a de valeur constante égale à : $a = - 0,2450$

Du 1er août au 31 août, plusieurs tranches de débits doivent être distinguées :

$Q_b > 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$a = - 0,2373$
$1 \text{ m}^3/\text{s} < Q_b < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$a = - 0,1012$
$Q_b < 1 \text{ m}^3/\text{s}$	$a = - 0,0347$

Du 1er septembre au 30 septembre :

1 m ³ /s	4 > Qb > 2 m ³ /s	a = - 0,0476
	< Qb < 2 m ³ /s	a = - 0,0287
	Qb < 1 m ³ /s	a = - 0,0060

b) détermination du débit de base en fin de crue.

Il est difficile de comparer des événements aux durées trop dissemblables, nous avons donc ramené les crues de durée supérieure à 2 jours à une série de crues fictives identiques dont le nombre dans la série est égale au nombre de jours de pluie. Pour chaque crue fictive moyenne nous avons calculé les paramètres hydropluviométriques.

Sur la figure n° 36 page 131, nous avons ensuite reporté la différence entre le débit de base en fin de crue et le débit de base en début de crue en fonction de la pluie génératrice de la crue.

Au barrage de KARAMASSASSO les débits de base sont assez difficiles à déterminer avec précision, toutefois eu égard à la précision recherchée, les résultats peuvent être considérés comme très satisfaisants.

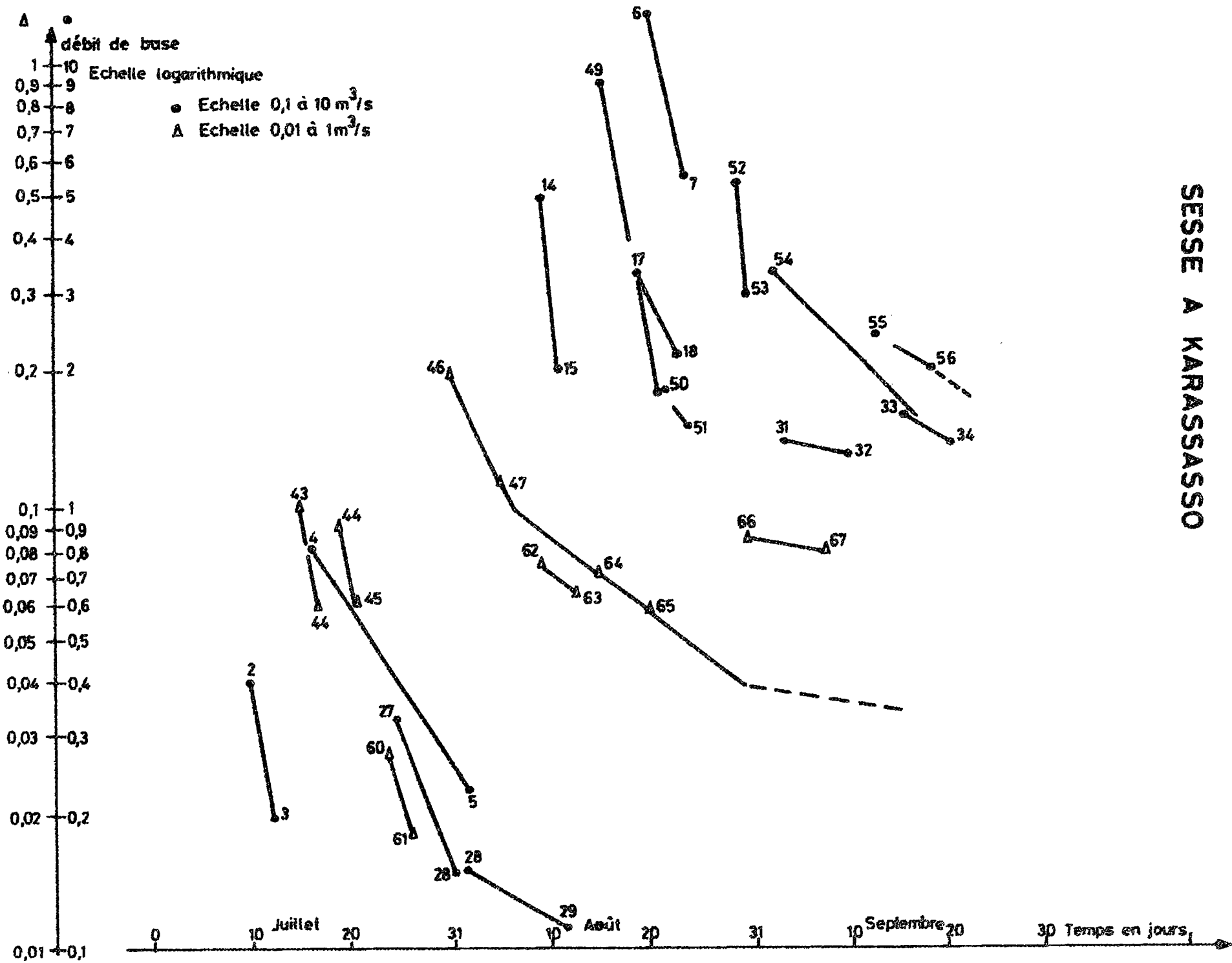
Des courbes ont été tracées, liant les écarts entre débits de base en fin de crue et débit de base en début de crue pour une même valeur de l'indice d'humidité des sols.

Nous nous servons de ces courbes pour déterminer le débit de base en fin de crue, connaissant le débit de base en début de crue et la pluie génératrice de la crue, ainsi :

$$Q_{bf} = Q_{bd} + \Delta Q$$

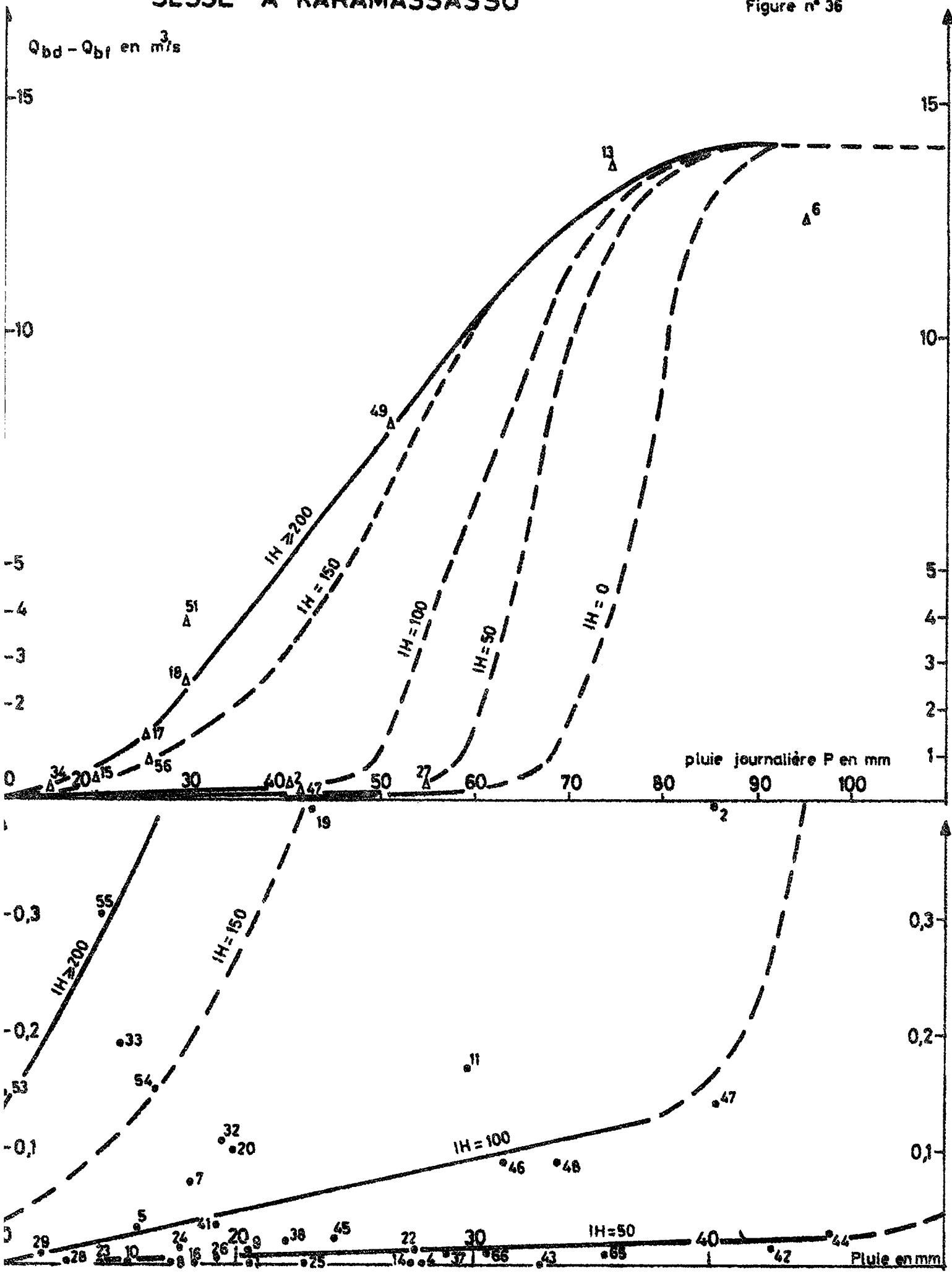
ΔQ étant déterminé sur la figure 36 page 131

$$\Delta Q = f(P, IH) \quad \left| \begin{array}{l} P \text{ pluie en mm} \\ IH \text{ indice d'humidité en mm} \end{array} \right.$$



SESSE A KARAMASSASSO

Figure n° 36



c) détermination de la lame ruisselée LR

La lame ruisselée sur un bassin est égale au produit de la pluie moyenne tombée sur le bassin par le coefficient de ruissellement:

$$LR = \frac{K}{100} \times P$$

LR	en mm
P	en mm
K	en %

Connaissant la pluie tombée sur le bassin, la détermination de la lame ruisselée est possible si nous prédéterminons le coefficient de ruissellement en fonction des autres paramètres : IH, indice d'humidité des sols et IP, pluviométrie moyenne journalière de l'épisode pluvieux.

Sur la figure n° 37 page 133, nous avons reporté les coefficients de ruissellement en fonction des indices d'humidité des sols.

Les points apparaissent fortement dispersés sur le graphique.

Toutefois, on remarque une nette croissance du coefficient de ruissellement en fonction de l'indice d'humidité et de la pluie moyenne journalière représentant l'intensité moyenne de l'épisode pluvieux.

L'intensité moyenne de l'averse semble jouer un rôle important dans la détermination du coefficient de ruissellement. Une plus grande finesse dans la détermination des coefficients de ruissellement nécessiterait une meilleure estimation de ce paramètre.

La formulation mathématique des relations entre K et IH peut s'exprimer ainsi :

$$K = a (IH - b) + \frac{c}{IH} \quad \text{avec } K \geq 0 \text{ et } IH \neq 0$$

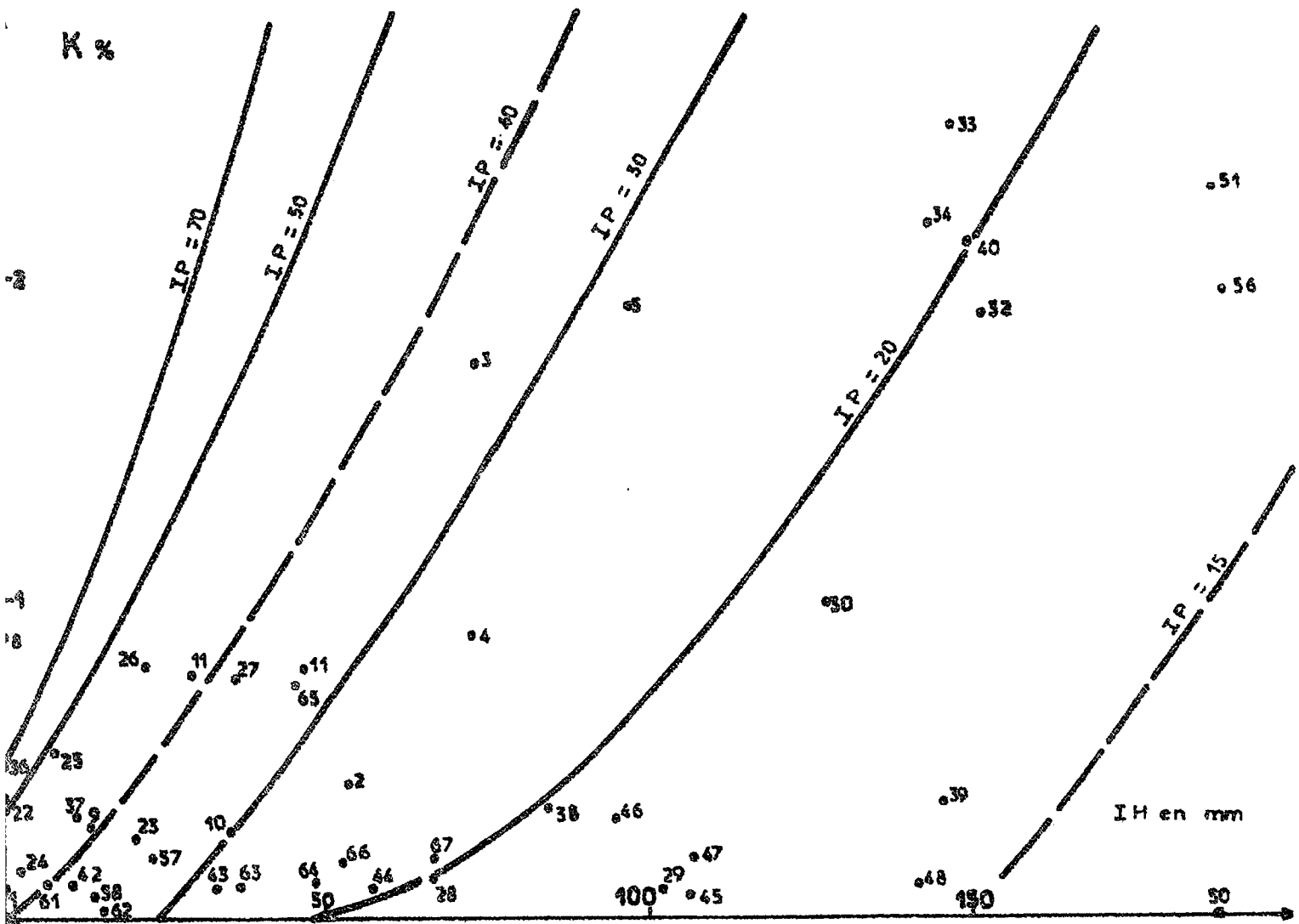
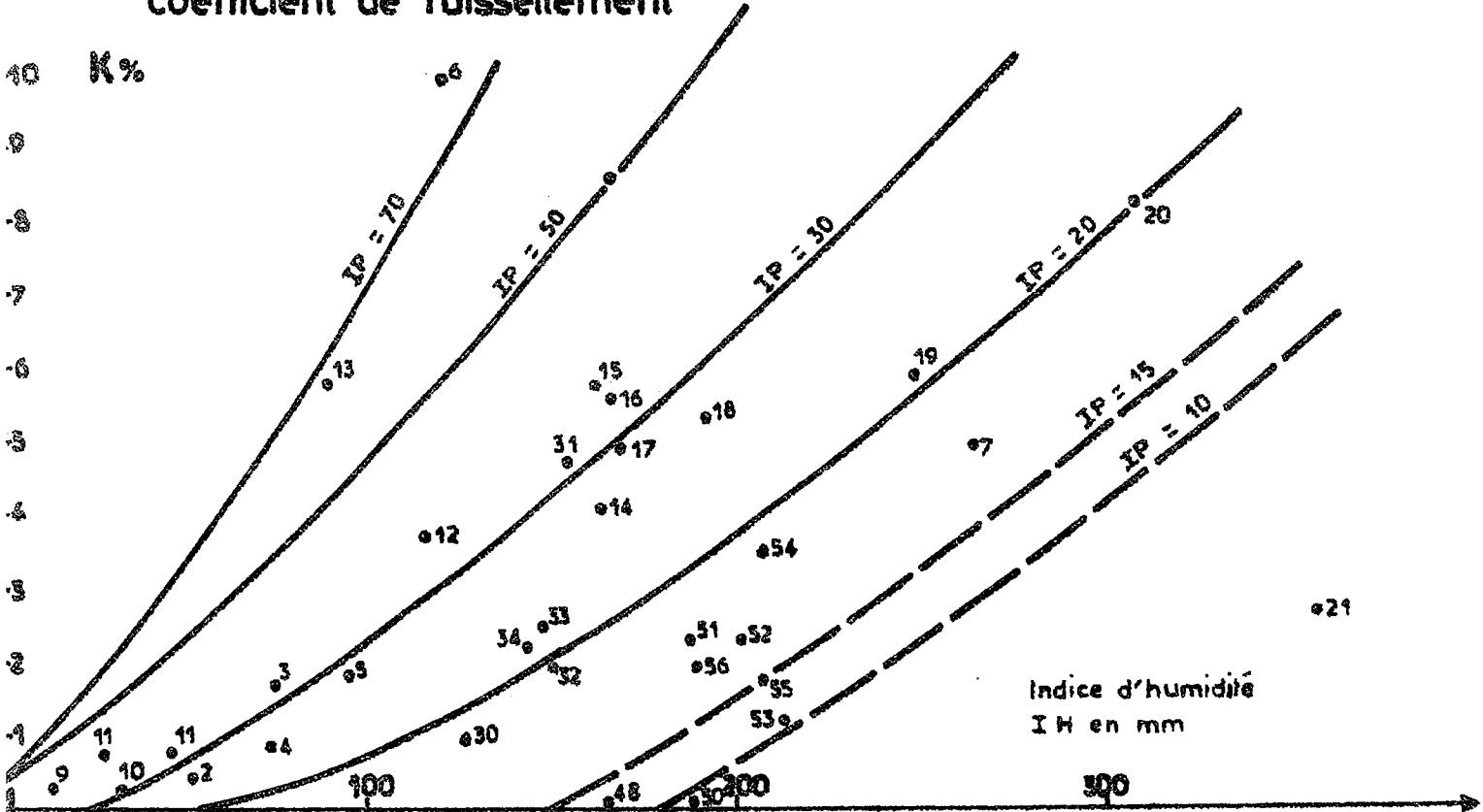
pour IP = 10	a = 4 x 10 ⁻²	b = 200	c = 120
IP = 15	a = 4 x 10 ⁻²	b = 170	c = 120
IP = 20	a = 4 x 10 ⁻²	b = 110	c = 120
IP = 50	a = 6 x 10 ⁻²	b = 20	c = 20
IP = 70	a = 8 x 10 ⁻²	b = 10	c = 10

Si K < 0 prendre K = 0

SESSE A KARAMASSASSO

Figure n°37

coefficient de ruissellement



d) détermination du temps de base des crues.

Pour une pluie journalière comprise entre 10 et 20 millimètres on prendra un temps de base égal à la journée.

Pour une pluie journalière comprise entre 20 et 40 millimètres on prendra un temps de base égal à deux jours.

Pour une pluie journalière supérieure à 40 millimètres on prendra un temps de base égal à trois jours.

Ainsi :

10 mm \leq P \leq 20 mm

$T_b = 1 \text{ j.}$

20 mm \leq P \leq 40 mm

$T_b = 2 \text{ j.}$

40 mm \leq P

$T_b = 3 \text{ j.}$

4.3.4. Estimation des paramètres hydrologiques à partir des chroniques pluviométriques.

A l'aide des relations définies au paragraphe 4.3.3., il est possible de calculer, à partir de la seule chronique des pluies journalières, les paramètres hydrologiques des crues de la rivière SESSE à KARAMASSASSO.

On procédera dans l'ordre suivant :

j : a) calcul des indices d'humidité des sols avec pour le jour

$$IH_j = IH_{j-1} + P_j - 1 - ETR$$

$$ETR = ETP \quad \text{si } IH_{j-1} + P_j - 1 \gg ETP$$

$$ETR = IH_{j-1} + P_j - 1 \quad \text{si } IH_{j-1} + P_j - 1 < ETP$$

$$ETP = 6 \text{ mm pour les mois de mai et juin}$$

$$ETP = 5 \text{ mm pour les mois de juillet, août et septembre.}$$

b) détermination du débit de base en début de crue.

$$\text{En début de saison : } Q_{bd} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Après le premier ruissellement, le débit de base en début de la crue i est calculé à partir du débit de base en fin de la crue précédente, crue $i-1$, et de l'intervalle de temps t_{i-1} qui sépare les deux crues :

$$Q_{bd}^i = Q_{bf}^{i-1} e^{at_i^{i-1}}$$

$$\text{du 1 au 31/07} \quad a = - 0,2450$$

$$\text{du 1 au 31/08} \quad Q_b > 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,2373$$

$$1 < Q_b < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,1012$$

$$Q_b < 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,0347$$

$$\text{du 1 au 30/09} \quad 4 > Q_b > 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,0476$$

$$1 < Q_b < 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,0287$$

$$Q_b < 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad a = - 0,0060$$

A chaque changement de mois ou de tranche de débit il faut changer de coefficient a , le point charnière étant soit le dernier jour du mois soit le débit limite.

En pratique il faut procéder par itération, jour après jour à l'aide de l'égalité :

$$Q_b^{j+1} = Q_b^j e^a$$

c) détermination du début de base en fin de crue.

Le débit de base en fin de crue est calculé comme la somme du débit de base en début de crue et de la fonction implicite $f(P_j, IH_j)$ représentée par l'abaque de la figure n° 36 page 131.

Ainsi :

$$Q_{bf}^i = Q_{bd}^i + f(P_j, IH_j).$$

P_j étant la pluie journalière.

Sur des épisodes pluvieux de plusieurs jours on pourra calculer la pluie moyenne journalière, IP , l'indice d'humidité moyen et calculer le débit de base en fin de crue de la façon suivante :

$$Q_{bf}^i = Q_{bd}^i + n f(IP, IH)$$

n étant le nombre de jours de pluie

d) détermination de la lame ruisselée.

La lame ruisselée est calculée ainsi :

$$LR = \frac{K}{100} P$$

$$K = a (IH - b) + \frac{C}{IH}$$

Pour $K \geq 0$, si $K < 0$ prendre $K = 0$

avec :	IP = 10	a = 4 . 10 ⁻²	b = 200	c = 120
	IP = 15	a = 4 . 10 ⁻²	b = 170	c = 120
	IP = 20	a = 4 . 10 ⁻²	b = 110	c = 120
	IP = 50	a = 6 . 10 ⁻²	b = 20	c = 20
	IP = 70	a = 8 . 10 ⁻²	b = 10	c = 10

Pour un épisode pluvieux de plusieurs jours, n étant le nombre de jours :

$$IP = \frac{P}{n} \quad IH = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n IH_j$$

$$P = \sum_{j=1}^n P_j$$

e) détermination du temps de base.

$$\begin{aligned} 10 &\leq P_j \leq 20 \text{ mm} \\ 20 &< P_j \leq 40 \text{ mm} \\ 40 \text{ mm} &\leq P \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_b &= 1 \text{ jour} \\ T_b &= 2 \text{ jours} \\ T_b &= 3 \text{ jours} \end{aligned}$$

Pour un épisode pluvieux, la séparation des crues n'est possible que si l'intervalle de temps entre deux pluies est supérieur au temps de base correspondant à la crue générée par les pluies antérieures.

Le calcul du temps de base d'une crue complexe sera calculé en cumulant les temps de base élémentaires et en éliminant les jours qui se chevauchent.

f) calcul du volume écoulé VE

S étant la superficie du bassin en km²

VB le volume de base en m³

VR le volume ruisselé en m³

$$VR = IR.S. 10^{+3}$$

$$VB = \frac{(Q_{bd} + Q_{bf})}{2} \cdot T_b \cdot 86\,400$$

$$VE = VB + VR$$

4.4. Gestion du barrage de KARAMASSASSO.

L'ouvrage de KARAMASSASSO est un barrage vanne dont la partie centrale, située dans le lit de la rivière SESSE, est formée de trois grosses vannes amovibles.

La finalité de cet ouvrage nous paraît être en premier lieu de protéger les périmètres mis en cultures dans la plaine de NIENA-DIONKELE.

En second lieu, on peut également considérer qu'il est souhaitable d'obtenir en fin de saison des pluies une retenue à son niveau maximum afin de disposer d'une réserve d'eau utilisable pendant la saison sèche.

Le premier objectif nécessite le maintien du plan d'eau à un niveau assez bas pour permettre aux plus fortes crues de remplir la retenue sans dépasser un niveau limite que nous fixerons à la cote 331 mètres.

Pour satisfaire cette exigence il apparaît nécessaire de déterminer le niveau auquel il faut maintenir le plan d'eau pour qu'une crue de fréquence donnée, ou une suite de crues de fréquence donnée, laisse le plan d'eau à la cote 331 mètres sans jamais dépasser cette cote.

Le second objectif sera réalisé si nous cherchons à déterminer à quelle date il est possible de laisser remonter le plan d'eau sans risque d'inondations et quels paliers doivent être choisis pour contrôler la remontée sans risque de débordements dans la plaine de NIENA-DIONKELE.

La connaissance précise des risques d'inondations nécessiterait une reconstitution des apports journaliers au barrage de KARAMASSASSO sur la plus longue période possible.

Cette reconstitution dépasse nettement le cadre de ce rapport bien que tous les éléments indispensables à cette opération soient rassemblés au paragraphe 4.3.4.

Nous nous contenterons d'une étude plus sommaire des risques d'inondation en réalisant tout d'abord une étude fréquentielle des pluies au poste de N'DOROLA à différentes périodes de l'année et sur des intervalles de temps variant de 1 à 10 jours, puis une estimation des volumes écoulés correspondant aux pluies maximales de fréquence donnée.

De même, pour une année quelconque, à une date donnée, il est possible de connaître les paramètres initiaux : l'indice d'humidité des sols, IH, et le débit de base en début de crue, Qbd, permettant de calculer, pour une pluie de fréquence donnée correspondant à la période considérée, les volumes écoulés.

En déduisant de ces volumes écoulés les volumes évaporés et les volumes qu'il est possible d'évacuer par l'exutoire, on obtient le volume qui doit être laissé vide dans la retenue en dessous de la cote à ne pas dépasser et par conséquent la cote à laquelle doit être maintenu le plan d'eau pour éviter tout risque d'inondation correspondant à l'évènement contre lequel on veut se protéger.

4.4.1. Etude fréquentielle des épisodes pluvieux au
poste de N'DOROLA.

Dans l'étude des crues du SESSE au barrage de KARAMASSASSO, on remarquera que les pluies en début d'hivernage ruissellent peu. La retenue étant alors à son niveau le plus bas, ces pluies de début d'hivernage, même très fortes ne présentent pas de risque d'inondation des cultures par montée du plan d'eau. Notre étude des épisodes pluvieux au poste de N'DOROLA commencera donc au mois de juin pour se terminer en octobre et l'étude fréquentielle se limitera aux mois d'août et septembre.

Aux tableaux n° 42, 43, 44 et 45, pages 142, 143, 144 et 145, nous avons consigné respectivement les pluies maximales journalières, les pluies maximales groupées en 2 jours consécutifs, puis en 5 jours et enfin en 10 jours consécutifs, pluies observées au poste de N'DOROLA sur la période 1953-1983 du mois de juin au mois d'octobre. Chaque mois a été subdivisé en deux quinzaines et les valeurs maximales ont été calculées pour chaque quinzaine.

Aux tableaux n° 46 et 47, pages 146 et 147 ont été classées les pluies maximales observées, de la valeur la plus forte à la valeur la plus faible dans l'ordre décroissant.

Comme nous l'avions indiqué précédemment, seuls les mois d'août et septembre ont été retenus pour cette étude fréquentielle.

Pour la gestion de l'ouvrage de KARAMASSASSO il ne paraît pas nécessaire de pousser plus loin l'étude fréquentielle des pluies.

Les résultats sont les suivants :

Pluies maximales en millimètres.								
	1 jour		2 jours		5 jours		10 jours	
	$f = \frac{1}{10}$	$f = \frac{1}{5}$	$f = \frac{1}{10}$	$f = \frac{1}{5}$	$f = \frac{1}{10}$	$f = \frac{1}{5}$	$f = \frac{1}{10}$	$f = \frac{1}{5}$
première quinzaine d'août	60	50	75	64	115	107	165	137
seconde quinzaine d'août	90	55	110	70	145	110	200	165
première quinzaine de septembre	60	46	85	70	110	100	160	144
seconde quinzaine de septembre	40	30	51	45	78	70	110	92

Tableau n° 42.

Pluies maximales journalières au poste de N'DOROLA.

Année	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1953	20.0	25.0	30.0	23.0	33.0	25.0	22.0	26.0	13.0	30.0
54	29.1	25.4	24.2	54.9	59.6	113.5	57.6	30.1	23.0	5.5
55	41.2	20.0	35.4	57.9	44.5	32.0	32.4	12.6	10.1	1.7
56	35.1	26.9	44.6	61.8	29.0	75.2	61.7	9.4	40.3	0.0
57	33.4	30.2	72.9	69.4	51.1	34.0	45.8	37.0	5.6	6.5
58	23.3	20.1	106.3	48.3	31.1	56.3	46.3	35.6	17.3	30.7
59	19.5	34.3	12.5	37.5	44.5	42.9	23.7	14.2	2.6	3.2
1960	18.6	26.8	45.5	116.7	29.1	127.5	21.2	11.9	12.5	30.1
61	12.5	23.7	32.0	61.5	38.1	40.1	57.5	5.6	5.6	0.0
62	18.6	22.9	28.9	50.3	38.6	39.8	45.9	21.4	15.4	4.5
63	47.9	22.2	21.7	49.2	48.9	52.7	84.9	18.3	20.4	17.9
64	26.6	97.2	53.3	28.1	35.6	40.2	23.6	17.6	16.3	35.9
65	19.4	26.7	27.0	59.0	52.8	36.1	61.2	19.2	26.6	13.5
66	32.0	11.4	27.0	48.0	18.0	47.5	49.0	36.8	6.7	15.6
67	59.4	12.1	41.5	27.9	29.2	60.1	25.0	26.5	10.2	0.2
68	17.1	40.4	26.4	35.7	40.1	120.5	23.5	18.2	37.6	14.0
69	26.5	55.5	68.1	13.7	49.8	55.3	26.3	17.7	25.3	46.0
1970	64.0	20.5	45.4	43.2	43.1	32.2	34.2	22.7	0.8	28.3
71	17.5	21.8	25.1	18.6	32.5	44.5	30.4	18.2	15.6	0.0
72	21.5	28.4	13.5	43.2	23.7	37.4	23.6	3.2	51.2	6.7
73	4.1	9.8	40.2	42.9	30.1	16.9	26.1	22.7	6.8	5.0
74	35.0	44.6	59.2	29.4	21.0	52.6	18.5	12.7	5.9	2.1
75	13.7	32.7	27.5	119.5	26.6	19.8	39.7	72.7	6.5	20.6
76	23.8	45.9	30.0	48.7	66.8	38.1	18.1	50.5	26.5	21.5
77	5.9	18.5	45.5	41.9	6.2	39.7	19.9	10.3	13.1	5.0
78	34.8	7.4	73.2	29.5	32.0	25.0	44.1	43.3	7.8	20.7
79	37.8	36.1	32.8	43.4	26.7	22.8	30.4	22.6	11.2	6.9
1980	11.6	32.5	38.2	18.0	65.2	54.3	13.7	14.4	11.6	29.0
81	19.0	23.4	34.8	38.7	39.3	42.9	26.6	13.7	8.8	2.5
82	39.2	31.3	29.5	68.7	62.3	28.5	8.6	16.0	12.2	12.3
83	85.0	19.2	22.4	22.0	35.0	47.8	39.7	16.3	6.1	0.0

1 : première quinzaine

2 : seconde quinzaine

Tableau n° 43.

Pluies maximales en 2 jours au poste de N'DOROLA.

Année	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1953	20.0	25.0	30.0	24.0	40.0	49.0	33.0	33.0	24.0	31.0
54	29.1	33.7	34.3	81.2	59.6	113.5	91.7	48.2	36.3	5.5
55	41.2	20.2	37.6	97.0	44.5	32.0	54.2	24.1	15.5	1.7
56	35.1	26.9	59.2	77.1	45.3	75.2	65.1	12.3	47.3	0.0
57	33.4	41.8	79.3	78.1	72.2	39.0	77.0	40.9	5.6	6.5
58	25.6	20.1	111.1	65.7	63.5	108.6	62.0	52.1	17.3	30.7
59	19.5	35.0	16.8	38.7	46.3	57.0	24.5	15.5	2.6	3.2
1960	36.6	38.5	50.9	119.2	30.0	154.7	32.6	21.3	17.9	36.4
61	12.5	25.1	32.0	64.3	46.4	54.1	102.4	5.7	5.6	0.0
62	18.6	23.3	28.9	50.3	57.2	50.2	71.5	27.3	22.4	4.5
63	47.9	22.2	24.0	53.6	79.2	52.8	97.9	34.4	30.8	24.8
64	26.9	97.2	71.5	33.7	36.3	50.3	41.9	24.3	31.7	64.0
65	19.4	38.6	28.7	87.7	47.7	36.6	71.1	22.1	51.6	13.5
66	32.0	11.4	27.0	48.0	19.5	59.7	60.4	36.8	6.7	15.6
67	85.2	15.2	44.8	27.8	43.2	66.6	28.8	45.6	14.4	0.2
68	28.7	63.6	32.9	37.2	40.1	121.1	31.9	18.2	37.6	14.0
69	26.5	55.5	68.6	25.7	64.8	68.1	32.3	22.1	25.3	57.3
1970	64.0	20.5	62.4	69.4	67.8	58.7	52.5	44.7	1.1	28.3
71	17.5	22.6	34.6	18.9	32.5	62.0	30.6	18.5	15.6	0.0
72	39.7	29.1	22.8	57.8	29.3	37.4	29.7	3.2	51.2	6.7
73	4.1	9.8	44.3	81.3	33.0	16.9	33.6	22.7	6.8	5.0
74	36.4	44.6	59.2	29.4	21.2	67.3	32.2	19.6	11.7	2.1
75	46.4	22.6	43.0	129.3	27.0	34.1	58.2	77.5	6.5	23.2
76	23.8	46.1	30.3	53.1	77.2	62.9	29.4	50.8	29.3	25.0
77	5.9	29.6	56.6	41.9	10.5	50.9	38.1	15.6	13.1	5.0
78	36.8	7.4	73.2	33.3	34.5	44.4	82.5	53.4	10.0	21.0
79	50.1	41.1	32.8	43.4	39.5	30.0	32.2	42.2	20.3	6.9
1980	13.9	32.5	38.2	18.0	90.5	102.9	21.5	14.4	17.2	29.0
81	19.0	23.4	34.8	42.0	51.3	42.9	36.5	24.5	8.8	2.5
82	67.6	31.3	37.1	70.2	62.3	23.5	8.6	21.9	12.2	16.6
83	87.3	19.2	22.4	26.2	39.5	57.3	39.7	16.3	6.1	0.0

1 : première quinzaine

2 : deuxième quinzaine

Tableau n° 44.

Pluies maximales en 5 jours au poste de N'DOROLA.

Année	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1953	27.0	45.0	58.0	45.0	49.0	65.0	63.0	33.0	24.0	33.0
54	45.5	33.7	49.4	110.5	110.8	189.6	98.9	75.3	47.5	5.8
55	57.4	24.9	60.7	157.3	100.7	43.1	106.0	41.2	15.5	1.7
56	35.1	41.2	62.8	129.4	50.0	117.5	76.8	73.0	53.1	0.0
57	75.2	60.9	104.8	85.6	106.7	59.0	123.8	69.3	6.1	10.9
58	41.3	27.0	152.8	87.8	78.1	158.6	108.3	77.1	21.1	30.7
59	20.1	36.4	29.3	69.1	90.8	87.8	48.2	28.2	2.6	3.2
1960	38.3	51.9	89.5	177.4	54.6	166.2	42.0	29.9	25.6	45.5
61	12.5	34.2	59.9	90.2	70.4	69.0	114.7	11.3	5.6	0.0
62	30.4	43.8	50.9	63.5	67.5	59.9	100.6	59.6	33.7	16.8
63	61.6	30.7	41.6	64.8	111.1	79.7	151.6	43.1	38.3	27.4
64	124.3	63.9	95.5	64.3	42.6	105.2	66.9	30.7	33.8	69.3
65	28.0	39.4	49.4	113.4	111.8	51.6	79.1	41.1	69.2	13.5
66	59.4	13.3	47.6	75.8	34.5	83.7	100.1	51.2	9.5	15.6
67	85.2	19.7	89.5	58.8	58.7	92.0	55.1	83.8	17.2	0.2
68	51.1	93.0	42.3	61.9	47.6	126.3	46.8	26.6	47.6	14.0
69	36.2	55.5	112.2	49.3	118.9	97.1	55.1	35.4	29.3	96.8
1970	89.6	30.7	86.8	75.8	116.6	81.6	75.3	52.7	1.1	28.3
71	32.7	39.3	38.6	42.8	45.9	77.3	49.5	20.5	15.6	0.0
72	41.8	38.8	22.8	79.7	64.0	48.7	49.1	3.2	51.2	8.2
73	6.5	10.1	46.7	101.9	62.6	30.1	38.2	42.2	6.8	5.0
74	67.4	78.6	83.9	36.8	59.2	91.6	52.5	28.8	12.0	2.1
75	20.4	66.3	57.5	160.8	38.8	66.5	101.9	80.0	15.1	24.5
76	28.4	69.9	60.3	72.1	100.7	103.2	33.9	61.9	43.1	29.3
77	9.7	29.6	75.1	80.0	11.5	73.3	57.4	25.9	13.1	8.2
78	37.3	7.9	76.0	38.8	66.9	67.6	95.4	86.7	10.0	38.4
79	76.2	50.4	38.7	68.6	42.9	59.8	58.7	62.5	1.4	7.1
1980	25.5	43.0	65.8	34.1	143.6	142.1	75.1	23.9	29.8	29.0
81	19.0	43.5	46.6	94.8	51.7	49.8	53.4	24.5	8.8	2.5
82	70.0	31.8	62.7	75.0	69.7	45.1	17.1	22.9	14.6	17.5
83	87.6	22.1	40.5	42.4	69.2	67.8	64.8	29.2	6.1	0.0

1 : première quinzaine

2 : seconde quinzaine

Tableau n° 45.

Pluies maximales en 10 jours au poste de N'DCROLA.

Année	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1953	36.0	57.0	66.0	66.0	75.0	108.0	76.0	33.0	23.0	57.0
54	59.3	53.3	71.1	151.9	137.2	254.9	130.1	123.5	47.5	9.6
55	77.6	34.5	112.6	256.0	119.6	43.1	150.2	45.9	22.2	1.7
56	56.2	59.7	109.2	174.7	84.7	131.3	124.4	97.7	64.8	0.0
57	84.7	71.4	165.6	87.8	156.3	99.0	189.1	70.8	7.0	12.0
58	69.3	25.7	232.1	87.1	86.7	231.8	124.9	121.4	23.9	30.7
59	20.1	63.3	30.7	122.1	122.2	118.7	65.4	35.7	2.6	3.2
1960	56.9	97.2	101.3	233.9	64.1	208.4	69.5	32.4	27.7	59.3
61	21.3	57.9	77.2	115.2	124.5	184.3	124.1	15.3	5.6	0.0
62	49.0	55.2	62.9	69.0	96.9	92.4	144.1	69.8	45.3	4.5
63	78.7	36.8	60.9	116.6	173.3	109.3	214.8	66.2	69.7	27.4
64	31.6	162.4	131.5	117.7	76.7	170.6	103.1	58.4	33.8	71.0
65	41.2	50.2	68.1	134.0	164.0	72.5	137.3	59.0	79.3	13.8
66	66.4	17.9	75.0	101.4	65.2	99.4	143.9	85.1	13.7	15.6
67	85.2	38.0	104.8	94.4	103.3	151.8	80.6	99.0	21.4	0.2
68	53.5	141.6	61.8	79.6	76.0	181.0	70.3	40.0	49.5	14.0
69	47.2	82.0	134.6	51.1	155.8	156.0	73.8	35.4	38.4	126.1
1970	157.4	33.7	108.0	98.4	165.2	133.7	105.0	75.5	1.1	28.3
71	33.6	59.2	60.7	58.9	84.7	126.3	80.3	28.1	23.8	0.0
72	46.2	39.9	25.9	115.9	87.5	56.9	65.8	3.3	54.4	8.2
73	9.6	14.1	52.4	107.3	91.2	42.9	66.0	42.7	6.8	5.0
74	104.5	112.9	128.3	58.2	59.2	121.8	79.5	40.8	15.8	2.1
75	30.9	80.6	92.6	237.0	53.1	94.6	153.6	101.0	15.7	25.2
76	30.2	77.6	78.0	86.6	118.7	164.4	39.7	91.5	72.4	43.1
77	9.9	75.1	61.3	105.0	17.0	109.9	91.1	38.1	23.9	15.6
78	47.1	14.0	128.2	57.1	94.4	110.2	156.3	145.1	37.2	38.4
79	126.3	71.6	55.2	97.1	55.2	91.6	78.3	64.3	1.4	7.1
1980	44.7	40.2	93.4	57.3	185.5	158.3	91.3	20.3	42.7	29.0
81	19.8	60.0	59.8	150.0	71.4	76.7	88.6	42.1	11.0	2.5
82	108.4	43.6	90.9	129.2	120.7	70.0	30.1	31.2	20.3	21.8
83	113.6	39.2	59.8	64.4	112.7	84.4	85.8	32.8	6.1	0.0

1 : première quinzaine

2 : seconde quinzaine

Tableau n° 46.

Etude fréquentielle des pluies maximales

Rang	Fréquence	Pluies journalières				Pluies en 2 jours			
		Août		Septembre		Août		Septembre	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	0.0161	66.8	127.5	84.9	72.7	90.5	154.7	102.4	77.5
2	0.0484	65.2	120.5	61.7	50.5	79.2	121.1	97.9	53.4
3	0.0806	62.3	113.5	61.2	43.3	77.2	113.5	91.7	52.1
4	0.1129	59.6	75.2	57.6	37.0	72.2	108.6	82.5	50.8
5	0.1452	52.8	60.1	57.5	36.8	67.8	102.9	77.0	48.2
6	0.1774	51.1	56.3	49.0	35.6	64.8	75.2	71.5	45.6
7	0.2096	49.8	55.3	46.3	30.1	63.5	68.1	71.1	44.7
8	0.2419	48.9	54.3	45.9	26.5	62.3	67.3	65.1	42.2
9	0.2742	44.5	52.7	45.8	26.0	59.6	66.6	62.0	40.9
10	0.3065	44.5	52.6	44.1	22.7	57.2	62.9	60.4	36.8
11	0.3387	43.1	47.8	39.7	22.7	51.3	62.0	58.2	34.4
12	0.3710	40.1	47.5	39.7	22.6	47.7	59.7	54.2	33.0
13	0.4032	39.3	44.5	34.2	21.4	46.4	58.7	52.5	27.3
14	0.4355	38.6	42.9	32.4	19.2	46.3	57.3	41.9	24.5
15	0.4677	38.1	42.9	30.4	18.3	45.3	57.0	39.7	24.3
16	0.5000	35.6	40.2	30.4	18.2	44.5	54.1	38.1	24.1
17	0.5323	35.0	40.1	26.6	18.2	43.2	52.8	36.5	22.7
18	0.5645	33.0	39.8	26.3	17.7	40.1	50.9	33.6	22.1
19	0.5968	32.5	39.7	26.1	17.6	40.0	50.3	33.0	22.1
20	0.6290	32.0	38.1	25.0	16.3	39.5	50.2	32.6	21.9
21	0.6613	31.1	37.4	23.7	16.0	39.5	49.0	32.3	21.3
22	0.6935	30.1	36.1	23.6	14.4	36.3	44.4	32.2	19.6
23	0.7258	29.2	34.0	23.6	14.2	34.5	42.9	32.2	18.5
24	0.7581	29.1	32.2	23.5	13.7	33.0	39.0	31.9	18.2
25	0.7903	29.0	32.0	22.0	12.7	32.5	37.4	30.6	16.3
26	0.8226	26.7	28.5	21.2	12.6	30.0	36.6	29.7	15.6
27	0.8548	26.6	25.0	19.9	11.9	29.3	34.1	29.4	15.5
28	0.8871	23.7	25.0	18.5	10.3	27.0	32.0	28.8	14.4
29	0.9194	21.0	22.8	18.1	9.4	21.2	30.0	24.5	12.3
30	0.9516	18.0	19.8	13.7	5.6	19.5	23.5	21.5	5.7
31	0.9839	6.2	16.9	8.6	3.2	10.5	16.9	8.6	3.2
	décennale humide	60.0	90.0	60.0	40.0	75.0	110.0	85.0	51.0
	quinquennale humide	50.0	55.0	46.0	30.0	64.0	70.0	70.0	45.0

Tableau n° 47.

Etude fréquentielle des pluies maximales.

Rang	Fréquences	Pluies en 5 jours				Pluies en 10 jours			
		Août		Septembre		Août		Septembre	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	0.0161	143.6	189.6	151.6	86.7	185.5	254.9	214.8	145.1
2	0.0484	118.9	166.2	123.8	83.8	173.3	231.8	189.1	123.5
3	0.0806	116.6	158.6	114.7	80.0	165.2	208.4	156.3	121.4
4	0.1129	111.8	142.1	108.3	77.1	164.0	184.3	153.6	101.0
5	0.1452	111.1	126.3	106.0	75.3	156.3	181.0	150.2	99.0
6	0.1774	110.8	117.5	101.9	73.0	155.8	170.6	144.1	97.7
7	0.2096	106.7	105.2	100.6	69.3	137.2	164.4	143.9	91.5
8	0.2419	100.7	103.2	100.1	62.5	124.5	158.3	137.3	85.1
9	0.2742	100.7	97.1	98.9	61.9	122.2	156.0	130.1	75.5
10	0.3065	90.8	92.0	95.4	59.6	120.7	151.8	124.9	70.8
11	0.3387	78.1	91.6	79.1	52.7	119.6	133.7	124.4	69.8
12	0.3710	70.4	87.8	76.8	51.2	118.7	131.3	124.1	66.2
13	0.4032	69.7	83.7	75.3	43.1	112.7	126.3	105.0	64.3
14	0.4355	69.2	81.6	75.1	42.2	103.3	121.8	103.1	59.0
15	0.4677	67.5	79.7	66.9	41.2	96.9	118.7	91.3	58.4
16	0.5000	66.9	77.3	64.8	41.1	94.4	110.2	91.1	45.9
17	0.5323	64.0	73.3	63.0	35.4	91.2	109.9	88.6	42.7
18	0.5645	62.6	69.0	58.7	33.0	87.5	109.3	85.8	42.1
19	0.5968	59.2	67.8	57.4	30.7	86.7	108.0	80.6	40.8
20	0.6290	58.7	67.6	55.1	29.9	84.7	99.4	80.3	40.0
21	0.6613	54.6	66.5	55.1	29.2	84.7	99.0	79.5	38.1
22	0.6935	51.7	65.0	53.4	28.8	76.7	94.6	78.3	35.7
23	0.7258	50.0	59.9	52.5	28.2	76.0	92.4	76.0	35.4
24	0.7581	49.0	59.8	49.5	26.6	75.0	91.6	73.8	33.0
25	0.7903	47.6	59.0	49.1	25.9	71.4	84.4	70.3	32.8
26	0.8226	45.9	51.6	48.2	24.5	65.2	76.7	69.5	32.4
27	0.8548	42.9	49.8	46.8	23.9	64.1	72.5	66.0	31.2
28	0.8871	42.6	48.7	42.0	22.9	59.2	70.0	65.8	28.1
29	0.9194	38.8	45.1	38.2	20.5	55.2	56.9	65.4	20.3
30	0.9516	34.5	43.1	33.9	11.3	53.1	43.1	39.7	15.3
31	0.9839	11.5	30.1	17.1	3.2	17.0	42.9	30.1	3.3
	décennale humide	115.0	145.0	110.0	78.0	165.0	200.0	160.0	110.0
	quinquennale humide	107.0	110.0	100.0	70.0	137.0	165.0	144.0	92.0

4.4.2. Comparaison des totaux pluviométriques observés
à N'DOROLA et sur le bassin versant du SESSE à
KARAMASSASSO.

Avant de procéder à l'estimation des écoulements générés par les pluies maximales de fréquence donnée, il convient d'étudier la relation existant entre la pluie observée au poste de N'DOROLA et la pluie moyenne observée sur le bassin de KARAMASSASSO.

A cette fin nous avons dressé le tableau n° 48 page 149 sur lequel sont consignés les couples des totaux mensuels observés, couples que nous avons reporté sur la figure n° 38 page 150.

Les points apparaissent assez dispersés autour de la droite de corrélation :

$y = 1,05 x$, y étant le total pluviométrique mensuel observé à N'DOROLA et x le total pluviométrique du même mois estimé sur l'ensemble du bassin du SESSE à KARAMASSASSO.

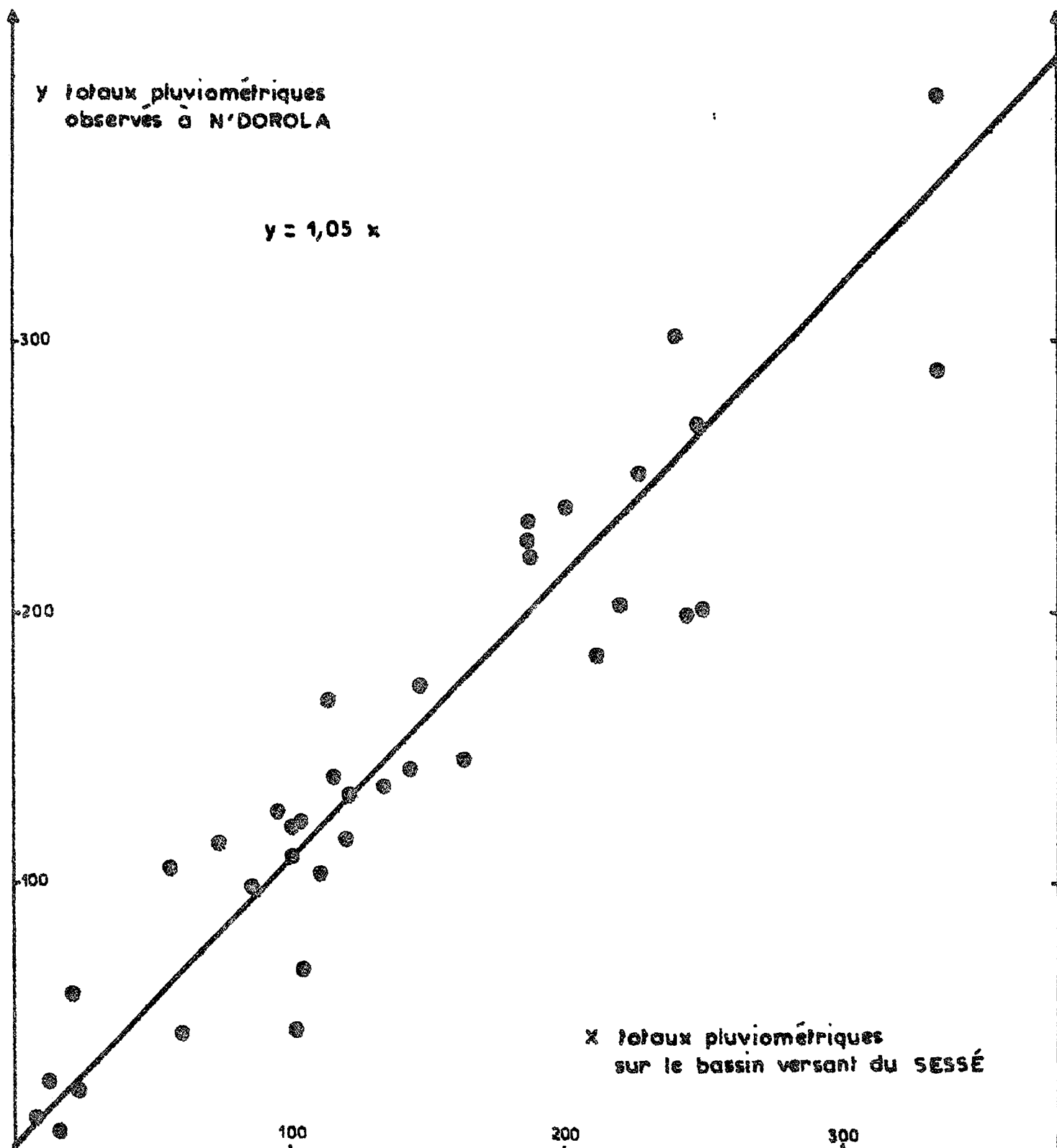
Les totaux pluviométriques observés à N'DOROLA doivent donc être multipliés par un coefficient correcteur égal à 0,95 pour obtenir une estimation moyenne correcte des totaux pluviométriques sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO.

Tableau n° 48.

Comparaison des totaux pluviométriques observés
à N'DOROLA et sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO.

		Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
1 9 7 4	N'DOROLA	26.5	23.7	219.9	224.6	288.4	139.2
	SESSE	12.7	22.6	188.4	187.3	337.1	117.1
1 9 7 5	N'DOROLA	13.7	46.5	115.2	390.1	183.5	267.8
	SESSE	7.9	100.4	121.0	336.7	214.8	249.6
1 9 7 6	N'DOROLA	114.8	131.9	124.7	201.4	300.3	120.2
	SESSE	73.9	123.3	95.7	220.6	241.0	101.7
1 9 8 1	N'DOROLA	5.6	122.0	103.2	200.3	232.3	142.3
	SESSE	17.7	104.3	112.2	250.2	187.0	143.9
1 9 8 2	N'DOROLA	106.0	98.8	172.5	250.0	198.7	67.5
	SESSE	57.1	87.1	148.5	226.6	244.4	105.9
1 9 8 3	N'DOROLA	59.5	44.3	168.0	145.3	238.5	135.4
	SESSE	21.2	61.1	115.9	163.5	200.5	134.6

CORRELATION ENTRE TOTAUX PLUVIOMETRIQUES



4.4.3. Estimation des volumes écoulés pour des pluies maximales de fréquences décennale et quinquennale.

a) constitution des épisodes pluvieux.

L'étude fréquentielle des pluies maximales en 1 jour, 2 jours, 5 jours et 10 jours consécutifs nous permet maintenant de constituer des épisodes pluvieux ayant une période de retour de l'ordre de 10 ans et de 5 ans au poste de N'DOROLA.

Cette opération s'est effectuée en observant les règles suivantes :

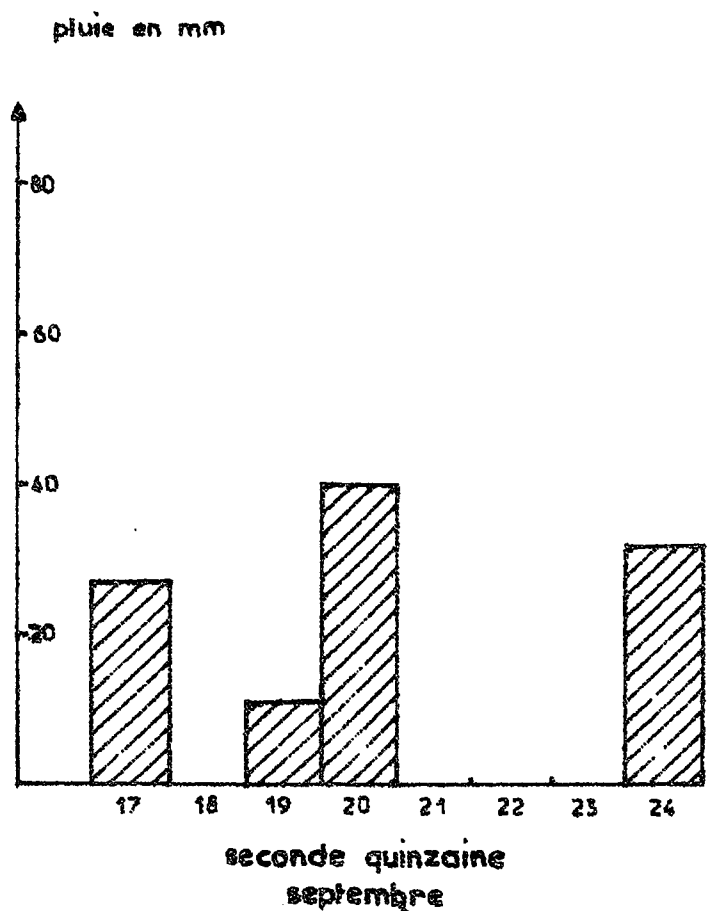
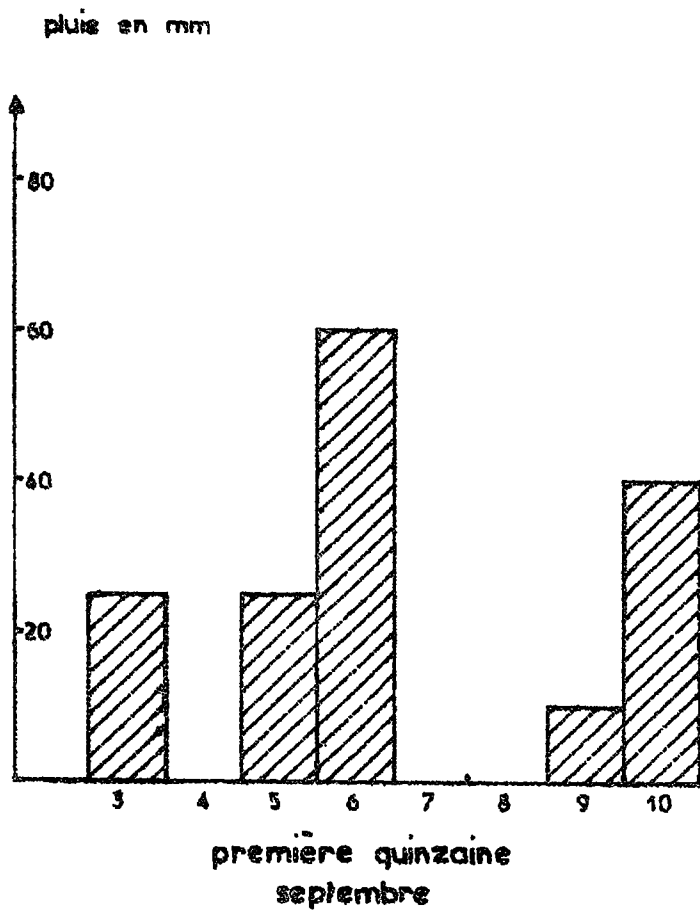
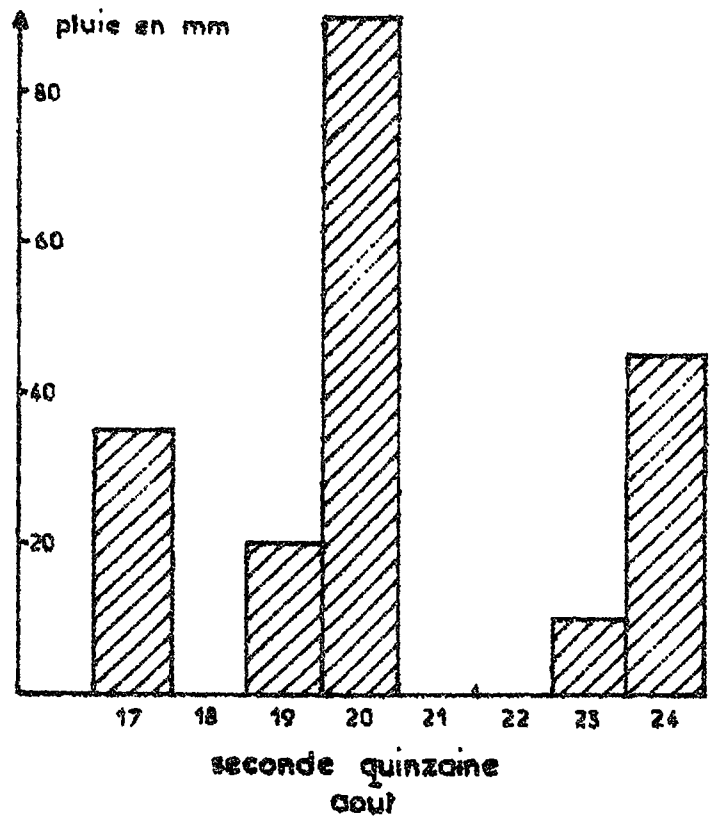
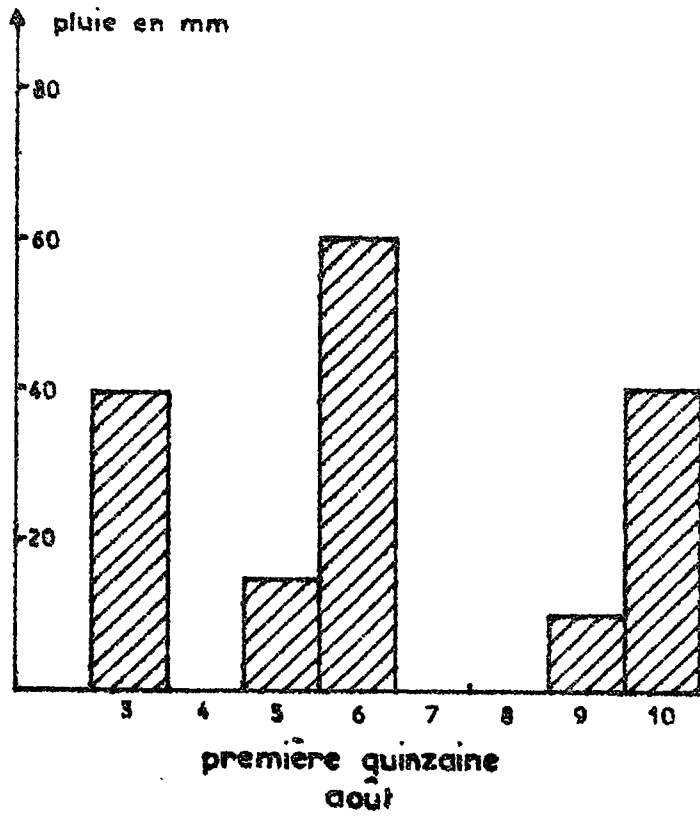
- . la durée maximale de l'épisode pluvieux est fixée à 10 jours,
- . la pluie journalière maximale est placée au centre de l'épisode pluvieux, ainsi que la pluie maximale en 2 jours,
- . le premier jour de pluie est placé trois jours avant la pluie maximale et sa pluviométrie est calculée par différence entre la pluie maximale observée sur 5 jours et la pluie maximale observée sur 2 jours,
- . le dernier jour de pluie ou les deux derniers jours sont placés entre le troisième et le cinquième jour qui suit la pluie la plus forte,
- . la somme des pluies journalières groupées en 1 jour, 2 jours, 5 jours ou 10 jours doit rester inférieure ou égale aux valeurs maximales observées à la fréquence choisie.

Les résultats de cette composition sont dessinés sur les figures n° 39 et 40 pages 152 et 153.

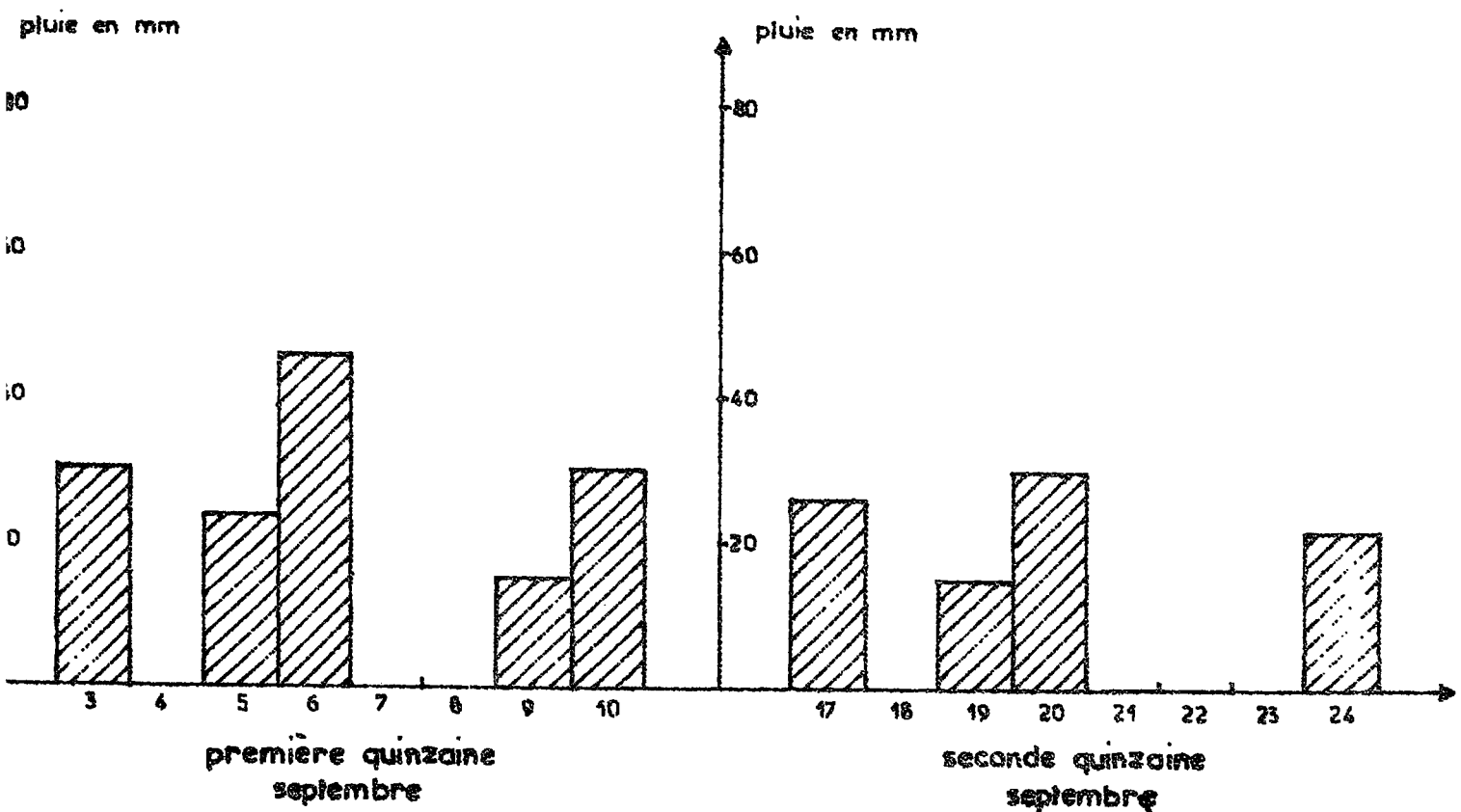
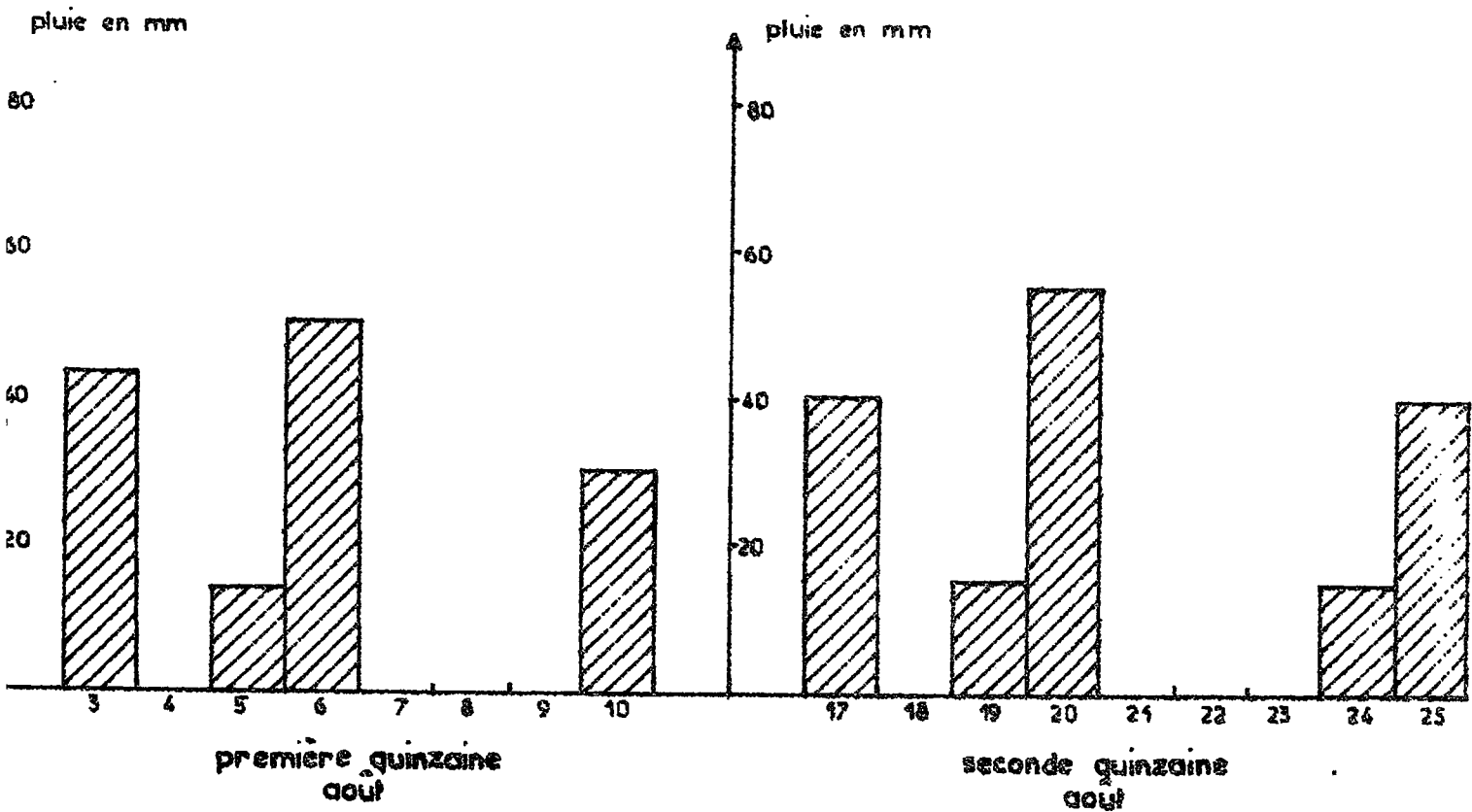
Les épisodes pluvieux ainsi constitués ne sont pas les plus défavorables que l'on puisse imaginer mais les pluviométries journalières y sont assez fortes, suffisamment fortes pour estimer leur probabilité d'apparition légèrement supérieure à la fréquence qui leur est attribuée.

En outre, ces épisodes correspondent à des pluies observées au poste de N'DOROLA, les épisodes pluvieux correspondant au bassin du SESSE à KARAMASSASSO ont été calculés en multipliant par 0,95 les pluies journalières constituées pour le poste de N'DOROLA.

EPISODES PLUVIEUX DE FREQUENCE 1/10 AU POSTE DE N'DOROLA



EPISODES PLUVIEUX DE FREQUENCE 1/5 AU POSTE DE N'DOROLA



b) estimation des volumes écoulés.

Pour l'estimation des volumes écoulés générés par les épisodes pluvieux définis au paragraphe précédent, nous suivrons pas à pas la procédure exposée au paragraphe 4.3.4., pages 135 à 137 .

Au préalable il nous faut choisir les valeurs initiales du débit de base et de l'indice d'humidité en début d'épisode pluvieux. Les valeurs initiales choisies sont les suivantes :

	indice d'humidité IH en mm	débit de base Qbd m ³ /s.
première quinzaine d'août 3/08	150	1.0
seconde quinzaine d'août 17/08	180	2.0
première quinzaine de septembre 3/09	260	10.0
seconde quinzaine de septembre 17/09	350	10.0

Ces valeurs ont été choisies parmi les plus fortes valeurs observées en début de chaque quinzaine des mois d'août et septembre.

Les résultats intermédiaires et finaux sont présentés sur les tableaux n° 49 et 50 pages 156 et 157.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus :

	apports du SESSE à KARAMASSASSO en millions de m ³ .	
	fréquence 1/5	fréquence 1/10
première quinzaine d'août	14	18
seconde quinzaine d'août	21	30
première quinzaine sep- tembre	24	30
seconde quinzaine sep- tembre	18	23

Tableau n° 49.

Crues exceptionnelles du SESSE à KARAMASSASSO

fréquence décennale 1/10

S = 914 km²

	Pluies N'DOROLA mm	Pluies B.V. en mm	Indice IH mm	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	T _b jours	V _b M m ³	K %	VR M m ³	VE M m ³
3/08	40	38	150	1.0	3.5	2	0.389	5.6	1.945	2.334
5/08	15	14	178	3.5	3.7	1	0.311	0.6	0.077	0.388
6/08	60	57	187	3.7	13.2	3	2.190	11.5	5.991	8.181
9/08	10	9.5	229	13.2	13.2	1	1.140	0	0	1.140
10/08	40	38	233	13.2	15.0	2	2.436	10	3.473	5.909
	165	156.5								17.95
17/08	35	33	180	2.0	4.6	2	0.570	6.2	1.870	2.440
19/08	20	19	203	4.6	5.1	1	0.419	3.7	0.643	1.062
20/08	90	85.5	217	5.1	15.0	3	2.605	*18.0	14.067	16.672
23/08	10	9.5	287	15.0	15.0	1	1.296	0	0	1.296
24/08	45	43	292	15.0	15.0	3	3.888	12.3	4.834	8.722
	200	190.0								30.192
3/09	25	24	260	10.0	11.2	2	1.832	7.5	1.645	3.477
5/09	25	24	274	11.0	12.4	1	1.011	8.0	1.755	2.766
6/09	60	57	293	13.0	15.0	3	3.629	*20.0	10.420	14.049
9/09	10	9.5	335	15.0	15.0	1	1.296	0	0	1.296
10/09	40	38	340	15.0	15.0	2	2.592	16.3	5.661	8.253
	160	152.5								29.84
17/09	27	25.5	350	10.0	11.5	2	1.858	12.0	2.797	4.655
19/09	11	10.5	365	11.5	11.7	1	1.002	6.0	0.576	1.578
20/09	40	38	371	11.7	15.0	2	2.307	18.0	6.252	8.559
22,23/09	0	0	399	15.0	9.3	2	2.100	0	0	2.100
24/09	32	30.5	385	9.3	12.3	2	1.866	16.0	4.460	6.326
	110	104.5								23.22

° M m³ : millions de m³ Qbd : debit de base en début de crue

* : valeur extrapolée. Qbf : debit de base en fin de crue

T_b : temps de base

V_b : volume de base

K : coefficient de ruissellement

VR : volume ruisselé

VE : volume écoulé

Tableau n° 50.

Crues exceptionnelles du SESSE à KARAMASSASSO

fréquence quinquennale 1/5 $S = 914 \text{ km}^2$

	Pluies N'DOROLA mm	Pluies B.V. mm	Indice IH mm	Qbd m^3/s	Qbf m^3/s	T _b jours	V _b M m^3	K %	VR M m^3	VE M m^3
3/08	43	41	150	1.0	4.2	2	0.449	6.0	2.248	2.697
5/08	14	13	181	4.2	4.4	1	0.372	0.7	0.083	0.455
6/08	50	47.5	189	4.4	10.9	3	2.098	9.5	4.124	6.222
9/08	0	0	222	10.9	8.6	1	0.842	0	0	0.842
10/08	30	28.5	217	8.6	10.8	2	1.676	6.7	1.745	3.421
	137	129.0								13.64
17/08	40	38	180	2.0	6.0	2	0.691	7.0	2.431	3.122
19/08	15	14	208	6.0	6.3	1	0.531	1.5	0.192	0.723
20/08	55	52	217	6.3	14.3	3	2.670	12.5	5.941	8.611
23/08	0	0	254	14.3	11.3	1	1.106	0	0	1.106
24/08	15	14	249	11.3	11.6	1	0.989	3.0	0.384	1.373
25/08	40	38	258	11.6	15.0	2	2.298	11.0	3.821	6.119
	165	156								21.05
3/09	30	28.5	260	10.0	12.2	2	1.918	9.0	2.344	4.262
5/09	23	22	279	12.2	13.2	1	1.097	7.5	1.508	2.605
6/09	46	44	296	13.2	15.0	3	3.654	15.0	6.032	9.686
9/09	15	14	325	15.0	15.0	1	1.296	6.0	0.768	2.064
10/09	30	28.5	334	15.0	15.0	2	2.592	11.5	2.996	5.588
	144	137.0								24.21
17/09	26	24.5	350	10.0	11.5	2	1.858	12.0	2.687	4.545
19/09	15	14	365	11.5	11.8	1	1.007	7.5	0.960	1.967
20/09	30	28.5	374	11.8	14.3	2	2.255	15.0	3.907	6.162
22, 23/09	0	0	383	14.3	8.9	2	2.004	0	0	2.004
24/09	21	20	378	8.9	9.9	2	1.624	11.0	2.011	3.635
	92	87.0								18.31

M m^3 : millions de m^3

Qbd : débit de base en début de crue

Qbf : débit de base en fin de crue

T_b : temps de base

V_b : volume de base

K : coefficient de ruissellement

VR : volume ruisselé

VE : volume écoulé

4.4.4. Conclusions quant à la gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO.

La protection des cultures dans le périmètre agricole de la plaine de NIENA-DIONKELE contre les risques d'inondation impose le maintien du plan d'eau à un niveau suffisamment bas avant l'épisode pluvieux de fréquence rare pour que, en fin de crue, le niveau des eaux dans la retenue du barrage reste en deçà de la limite à ne pas dépasser fixée ici à 331 mètres.

L'examen de la courbe de remplissage de la retenue de KARAMASSASSO, figure n° 25 page 97, permet de se rendre compte immédiatement qu'à la cote 331 mètres, le volume d'eau emmagasiné dans la retenue ne dépasse pas 9 millions de mètres cubes. D'autre part, le débit évacué par les vannes ne devrait pas excéder en moyenne 10 m³/s sur une période de 10 jours soit un volume de 8.5 millions de mètres cubes et le volume évaporé sur 10 jours ne devrait pas excéder 0.5 million de mètres cubes.

Au total, la retenue étant à son niveau le plus bas, barrage à sec, celle-ci ne peut accumuler sur une période de 10 jours consécutifs qu'un volume global de 18 millions de mètres cubes. Au delà de cette valeur, le plan d'eau risque de monter jusqu'à emmagasiner l'excédent des apports.

Si on examine les tableaux récapitulatifs des apports au barrage de KARAMASSASSO de fréquence quinquennale (1/5) et décennale (1/10) sur des périodes de 10 jours consécutifs, on s'aperçoit que, le barrage étant à sec avant l'épisode pluvieux, le plan d'eau dépasserait la cote 331 mètres une fois tous les cinq ans pour la deuxième quinzaine d'août et la première quinzaine de septembre et une fois tous les dix ans pour la première quinzaine du mois d'août et la deuxième quinzaine du mois de septembre.

Il n'est donc possible de protéger les rizières ou les cultures exposées aux inondations que pour des crues d'une certaine fréquence. L'exposé ci-dessus avait pour but de fixer les limites de ce qui peut être réalisé en matière de protection une fois le principal paramètre de l'aménagement fixé, en l'occurrence la cote limite de protection des cultures : 331 mètres du nivellement général de la Haute-Volta pour le périmètre rizicole de NIENA-DIONKELE.

En pratique il est difficile de vider complètement la retenue dans l'attente d'une crue susceptible de ne survenir qu'une fois tous les cinq ans ou une fois tous les dix ans. On remarquera par ailleurs que de la cote 328 mètres à la cote 330,30 mètres, la retenue ne stocke que 1.5 million de mètres cubes.

En définitive il est possible d'envisager deux types de gestion : le premier type de gestion consiste à maintenir le niveau le plus bas (330 à 330,30 mètres) pendant toute la saison des pluies et à ne le laisser remonter qu'après le 15 septembre, le second type de gestion est plus subtil et consiste à se fixer initialement une fréquence d'apparition de l'épisode pluvieux contre lequel on veut se

prémunir (la fréquence décennale par exemple) et à recalculer pour l'année en cours, au début de chaque quinzaine, les apports qui surviendraient si l'épisode pluvieux de fréquence fixée se réalisait.

Dans le premier type de gestion, les manoeuvres des vannes visent à maintenir le plan d'eau compris entre les cotes 330 et 330,30 mètres jusqu'au 15 septembre.

Dans le second type de gestion, la cote à laquelle doit être maintenu le plan d'eau, est recalculée au début de chaque quinzaine en fonction des paramètres initiaux de l'indice d'humidité des sols IH et du débit de base Qbd, paramètres qui jouent un grand rôle dans l'estimation des apports. Cette façon de procéder, certes plus complexe que la première, présente l'avantage d'éviter toute vidange inutile de la retenue et permet d'obtenir en fin de saison un niveau optimum du plan d'eau.

A titre d'exemple nous allons traiter l'année 1975 en simulant une gestion du second type et en reconstituant l'évolution du plan d'eau.

4.4.5. Simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO pour l'année 1975.

a) méthodologie d'une simulation de gestion.

Une simulation de la gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO est identique à un calcul d'apports à cette différence près que pour chaque jour, les apports étant connus, on cherche à déterminer la variation du volume des réserves et par voie de conséquence la cote du jour suivant.

Les mêmes éléments indispensables au calcul des apports dans la retenue doivent être rassemblés pour cette opération, à savoir :

- des éléments supposés invariants avec le temps :
 - . la courbe de remplissage, figure n° 25 page 97 , dont l'expression chiffrée sous forme de barème centimétrique est fournie ci-après au tableau n° 51 pages 161 et 162 ,
 - . la courbe des surfaces du plan d'eau de la retenue en fonction de la cote, figure n° 23 page 93 , dont l'expression chiffrée sous forme de barème centimétrique est fournie ci-après au tableau n° 52 pages 163 et 164,
 - . la courbe de tarage à l'aval de KARAMASSASSO permettant de calculer les débits évacués en fonction de la cote du plan d'eau à l'aval du barrage, courbe dessinée à la figure n° 22 page 87.
- des éléments qui varient avec le temps :
 - . la chronique journalière des hauteurs évaporées ou une estimation de cette chronique à partir par exemple des mesures effectuées au bac colorado,
 - . la chronique des apports au barrage, chronique estimée à partir des observations ou bien estimée à partir des pluies conformément aux prescriptions du paragraphe 4.3.4. pages 135 à 137,
 - . la chronique des pluies journalières.

Munis de tous ces éléments il nous faut déterminer la cote du plan d'eau en début de simulation et procéder ensuite par itération d'un jour à l'autre.

Pour le jour j :

$$\Delta V_j = VE_j - Ve_j - VP_j$$

- ΔV_j : variation du volume des réserves,
 VE_j : volume des apports au jour j,
 Ve_j : volume évaporé le jour j,
 VP_j : volume évacué le jour j par l'ouvrage vanne (fuite, déversement et vidange).

La cote au jour j + 1, H_{j+1} , sera alors recherchée sur le barème des cotes et des volumes en calculant au jour j + 1 le volume des réserves VR_{j+1} :

$$\begin{aligned}
 VR_{j+1} &= VR_j + \Delta V_j \\
 \left. \begin{aligned}
 VR_j &= f(H_j) \\
 VR_{j+1} &= f(H_{j+1})
 \end{aligned} \right\} & \text{sur le barème cotes - volumes}
 \end{aligned}$$

Si le volume des apports est inférieur au volume des pertes ($Ve_j + VP_j$), ΔV_j devient négatif, il y a déstockage et descente du plan d'eau dans le cas contraire il y a stockage et montée du plan d'eau.

Tableau n° 51. Barème des cotes en mètres et des volumes en millions de m³ au barrage de KARAMASSASSO.

Cote	Volume	Cote	Volume	Cote	Volume	Cote	Volume
328.00	0.0000	328.50	0.1750	329.00	0.350	329.50	0.600
1	35	51	1785	1	355	51	605
2	70	52	1820	2	360	52	610
3	105	53	1855	3	365	53	615
4	140	54	1890	4	370	54	620
5	175	55	1925	5	375	55	625
6	210	56	1960	6	380	56	630
7	245	57	1995	7	385	57	635
8	280	58	2030	8	390	58	640
9	315	59	2065	9	395	59	645
328.10	0.0350	328.60	0.210	329.10	0.400	329.60	0.650
11	385	61	2135	11	405	61	655
12	420	62	2170	12	410	62	660
13	455	63	2205	13	415	63	665
14	490	64	2240	14	420	64	670
15	525	65	2275	15	425	65	675
16	560	66	2310	16	430	66	680
17	595	67	2345	17	435	67	685
18	630	68	2380	18	440	68	690
19	665	69	2415	19	445	69	695
328.20	0.0700	328.70	0.2450	329.20	0.450	329.70	0.700
21	735	71	2485	21	455	71	705
22	770	72	2520	22	460	72	710
23	805	73	2555	23	465	73	715
24	840	74	2590	24	470	74	720
25	875	75	2625	25	475	75	725
26	910	76	2660	26	480	76	730
27	945	77	2695	27	485	77	735
28	980	78	2730	28	490	78	740
29	0.1015	79	2765	29	495	79	745
328.30	0.1050	328.80	0.2800	329.30	0.500	329.80	0.7500
31	1085	81	2835	31	505	81	7575
32	1120	82	2870	32	510	82	7650
33	1155	83	2905	33	515	83	7725
34	1190	84	2940	34	520	84	7800
35	1225	85	2975	35	525	85	7875
36	1260	86	3010	36	530	86	7950
37	1295	87	3045	37	535	87	8025
38	1330	88	3080	38	540	88	8100
39	1365	89	3115	39	545	89	8175
328.40	0.1400	328.90	0.3150	329.40	0.550	329.90	0.8250
41	1435	91	3185	41	555	91	8325
42	1470	92	3220	42	560	92	8400
43	1505	93	3255	43	565	93	8475
44	1540	94	3290	44	570	94	8550
45	1575	95	3325	45	575	95	8625
46	1610	96	3360	46	580	96	8700
47	1645	97	3395	47	585	97	8775
48	1680	98	3430	48	590	98	8850
49	1715	99	3465	49	595	99	8925

Tableau n° 51. (suite)

Barème des cotes en mètres et des volumes en millions de m³
au barrage de KARAMASSASSO.

Cote	Volume	Cote	Volume	Cote	Volume	Cote	Volume
330.00	0.900	330.50	2.400	331.00	8.800	331.50	21.00
1	920	51	2.470	1	8.970	51	21.3
2	940	52	2.540	2	9.140	52	21.6
3	960	53	2.610	3	9.310	53	21.9
4	980	54	2.680	4	9.480	54	22.2
5	1.000	55	2.750	5	9.650	55	22.5
6	20	56	2.820	6	9.820	56	22.8
7	40	57	2.890	7	9.990	57	23.1
8	60	58	2.960	8	10.160	58	23.4
9	80	59	3.030	9	10.330	59	23.7
330.10	1.100	330.60	3.100	331.10	10.50	331.60	24.00
11	120	61	3.190	11	10.71		
12	140	62	3.280	12	10.92		
13	160	63	3.370	13	11.13		
14	180	64	3.460	14	11.34		
15	200	65	3.550	15	11.55		
16	220	66	3.640	16	11.76		
17	240	67	3.730	17	11.97		
18	260	68	3.820	18	12.18		
19	280	69	3.910	19	12.39		
330.20	1.300	330.70	4.000	331.20	12.60		
21	320	71	4.120	21	12.90		
22	340	72	4.240	22	13.20		
23	360	73	4.360	23	13.50		
24	380	74	4.480	24	13.80		
25	400	75	4.600	25	14.10		
26	420	76	4.720	26	14.40		
27	440	77	4.840	27	14.70		
28	460	78	4.960	28	15.00		
29	480	79	5.080	29	15.30		
330.30	1.500	330.80	5.200	331.30	15.60		
31	530	81	5.380	31	15.88		
32	560	82	5.560	32	16.16		
33	590	83	5.740	33	16.44		
34	620	84	5.920	34	16.72		
35	650	85	6.100	35	17.00		
36	680	86	6.280	36	17.28		
37	710	87	6.460	37	17.56		
38	740	88	6.640	38	17.84		
39	770	89	6.820	39	18.12		
330.40	1.800	330.90	7.000	331.40	18.40		
41	860	91	7.180	41	18.66		
42	920	92	7.360	42	18.92		
43	980	93	7.540	43	19.18		
44	2.040	94	7.720	44	19.44		
45	2.100	95	7.900	45	19.70		
46	2.160	96	8.080	46	19.96		
47	2.220	97	8.260	47	20.22		
48	2.280	98	8.440	48	20.48		
49	2.340	99	8.620	49	20.74		

Tableau n° 52.

Barème des cotes en mètres et des surfaces en km²
au barrage de KARAMASSASSO

Cote	Surface	Cote	Surface	Cote	Surface	Cote	Surface
328.00	0.000	328.50	0.250	329.00	0.500	329.50	0.750
1	5	51	255	1	505	51	755
2	10	52	260	2	510	52	760
3	15	53	265	3	515	53	765
4	20	54	270	4	520	54	770
5	25	55	275	5	525	55	775
6	30	56	280	6	530	56	780
7	35	57	285	7	535	57	785
8	40	58	290	8	540	58	790
9	45	59	295	9	545	59	795
328.10	0.050	328.60	0.300	329.10	0.550	329.60	0.800
11	55	61	305	11	555	61	805
12	60	62	310	12	560	62	810
13	65	63	315	13	565	63	815
14	70	64	320	14	570	64	820
15	75	65	325	15	575	65	825
16	80	66	330	16	580	66	830
17	85	67	335	17	585	67	835
18	90	68	340	18	590	68	840
19	95	69	345	19	595	69	845
328.20	0.100	328.70	0.350	329.20	0.600	329.70	0.850
21	105	71	355	21	605	71	855
22	110	72	360	22	610	72	860
23	115	73	365	23	615	73	865
24	120	74	370	24	620	74	870
25	125	75	375	25	625	75	875
26	130	76	380	26	630	76	880
27	135	77	385	27	635	77	885
28	140	78	390	28	640	78	890
29	145	79	395	29	645	79	895
328.30	0.150	328.80	0.400	329.30	0.650	329.80	0.900
31	155	81	405	31	655	81	905
32	160	82	410	32	660	82	910
33	165	83	415	33	665	83	915
34	170	84	420	34	670	84	920
35	175	85	425	35	675	85	925
36	180	86	430	36	680	86	930
37	185	87	435	37	685	87	935
38	190	88	440	38	690	88	940
39	195	89	445	39	695	89	945
328.40	0.200	328.90	0.450	329.40	0.700	329.90	0.950
41	205	91	455	41	705	91	955
42	210	92	460	42	710	92	960
43	215	93	465	43	715	93	965
44	220	94	470	44	720	94	970
45	225	95	475	45	725	95	975
46	230	96	480	46	730	96	980
47	235	97	485	47	735	97	985
48	240	98	490	48	740	98	990
49	245	99	495	49	745	99	995

Barème des cotes en mètres et des surfaces en km²
au barrage de KARAMASSASSO.

Cote	Surface	Cote	Surface	Cote	Surface	Cote	Surface
330.00	1.000	330.50	5.500	331.00	17.80	331.50	31.50
1	30	51	5.73	1	18.07	51	31.85
2	60	52	5.96	2	18.34	52	32.20
3	90	53	6.19	3	18.61	53	32.55
4	120	54	6.42	4	18.88	54	32.90
5	150	55	6.65	5	19.15	55	33.25
6	180	56	6.88	6	19.42	56	33.60
7	210	57	7.11	7	19.69	57	33.95
8	240	58	7.34	8	19.96	58	34.30
9	270	59	7.57	9	20.23	59	34.65
330.10	1.300	330.60	7.80	331.10	20.50	331.60	35.00
11	350	61	8.05	11	20.75		
12	400	62	8.30	12	21.00		
13	450	63	8.55	13	21.25		
14	500	64	8.80	14	21.50		
15	550	65	9.05	15	21.75		
16	600	66	9.30	16	22.00		
17	650	67	9.55	17	22.25		
18	700	68	9.80	18	22.50		
19	750	69	10.05	19	22.75		
330.20	1.800	330.70	10.30	331.20	23.00		
21	1.870	71	10.55	21	23.25		
22	1.940	72	10.80	22	23.50		
23	2.010	73	11.05	23	23.75		
24	2.080	74	11.30	24	24.00		
25	2.150	75	11.55	25	24.25		
26	2.220	76	11.80	26	24.50		
27	2.290	77	12.05	27	24.75		
28	2.360	78	12.30	28	25.00		
29	2.430	79	12.55	29	25.25		
330.30	2.500	330.80	12.80	331.30	25.50		
31	2.630	81	13.07	31	25.80		
32	2.760	82	13.34	32	26.10		
33	2.890	83	13.61	33	26.40		
34	3.020	84	13.88	34	26.70		
35	3.150	85	14.15	35	27.00		
36	3.280	86	14.42	36	27.30		
37	3.410	87	14.69	37	27.60		
38	3.540	88	14.96	38	27.90		
39	3.670	89	15.23	39	28.20		
330.40	3.800	330.90	15.50	331.40	28.50		
41	3.970	91	15.73	41	28.80		
42	4.040	92	15.96	42	29.10		
43	4.210	93	16.19	43	29.40		
44	4.380	94	16.42	44	29.70		
45	4.550	95	16.65	45	30.00		
46	4.720	96	16.88	46	30.30		
47	4.890	97	17.11	47	30.60		
48	5.060	98	17.34	48	30.90		
49	5.230	99	17.57	49	31.20		

b) simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO pour l'année 1975.

Au tableau n° 53 page 168, sont rassemblées du 1er avril au 30 septembre 1975 les pluies journalières moyennes observées sur le bassin versant de KARAMASSASSO et les indices d'humidité des sols correspondants.

Au tableau n° 54 pages 169, et 170, sont fournis jour par jour les calculs liés à la simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO. Dans les calculs, la cote aval barrage a été prise légèrement inférieure à la cote amont en se référant aux relations entre cote amont et cote aval barrage quand les vannes sont ouvertes (voir rapport de campagne 1975).

On pourra suivre sur la figure n° 41 page 171 l'évolution de la cote du plan d'eau et des débits évacués.

Jusqu'au 28/07/1975, la cote du plan d'eau se maintient inférieure à 330 mètres (1.83 à l'échelle amont), il n'y a donc pas lieu de s'alarmer avant cette date. Cependant le 27 juillet survient une pluie excessivement forte : 72,7 millimètres. Au total les dix derniers jours de juillet ont reçu 165,7 millimètres de pluie.

Dès le 28 juillet il y a donc lieu de faire le point, à cette date : IH = 155 mm et Qbd = 14 m³/s ; se référant aux calculs exécutés au tableau n° 49 page 155 pour une fréquence décennale, les apports seraient au moins égaux à 18 millions de mètres cubes si survenait un épisode pluvieux de cette fréquence. De ces 18 millions de m³ on peut défalquer environ 9 millions de m³ représentant ce qu'il est possible d'évacuer en 10 jours. Il apparaît alors nécessaire dès le 28 où le 29 juillet d'ouvrir les vannes en grand de façon à ramener le plan d'eau aux environs de la cote 330 mètres, laissant un creux d'environ 8 millions de m³ dans la retenue.

Les pluies du mois d'août, peu abondantes jusqu'au 22 août, vont suffire à faire osciller le plan d'eau autour de la cote 330,60 sans le faire redescendre bien que les vannes restent ouvertes.

Du 23 août au 17 septembre, des chutes de pluies très abondantes : 322 mm au total, vont faire monter le plan d'eau jusqu'à la cote maximale 331,33 mètres, le 14 septembre.

Dès le 28 septembre, le niveau des eaux redescend en dessous de la cote 331.00 mètres, le débit entrant dans la retenue est alors d'environ 7.8 m³/s et le débit évacué de 11.7 m³/s.

A cette date on doit se poser la question suivante :

jusqu'à quelle cote doit-on laisser descendre le plan d'eau de manière à se prémunir contre une crue tardive du mois d'octobre ?

L'étude des pluies maximales en 2 jours (tableau n° 43 page 143) : fournit une valeur maximale possible de l'ordre de 50 millimètres

pour une pluie survenant au mois d'octobre et l'estimation des volumes écoulés correspondants est de l'ordre de 5 millions de mètres cubes. De ces apports, on peut retirer environ 2 millions de mètres cubes qu'il est possible d'évacuer en 3 jours.

Il est donc nécessaire de laisser pour le mois d'octobre un creux d'environ 3 millions de mètres cubes au-dessous de la cote 331 mètres.

Le niveau du plan d'eau devra donc être redescendu jusqu'à la cote 330.80 mètres.

Dans notre simulation, la fermeture des vannes s'est faite progressivement de la façon suivante :

- . fermeture à moitié le 6 octobre,
- . fermeture aux $\frac{2}{3}$ le 10 octobre,
- . fermeture complète le 13 octobre,

le niveau du plan d'eau s'est alors stabilisé vers le 20 octobre autour de la cote 330.80 mètres.

De cette simulation on peut retenir qu'elle n'a pas empêché le plan d'eau de dépasser la cote 331 mètres mais que la cote maximale est restée 20 centimètres au-dessous de la cote réelle et que la durée de submersion au-dessus de la cote 331 mètres a été réduite à 20 jours au lieu de 34 jours.

Enfin une fermeture des vannes en temps opportun permet de conserver à la retenue un taux de remplissage optimum en fin de saison des pluies.

Tableau n° 53.

Pluie moyenne sur le bassin du SESSE à KARAMASSASSO.

Année 1975

Dates	Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre	
	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH	P	IH
1	1.0	0	0.9	0		2.6	5.9	0		177.5	23.9	237.3
2			0.4	0		0	0.1	0.9	0.1	172.5	4.2	256.2
3			0.3	0			17.1	0	4.8	167.6	18.8	255.4
4							8.5	12.1		167.4	37.2	269.2
5					12.5	0		15.6	11.7	162.4	1.2	301.4
6						6.5		10.6	0.1	169.1		297.6
7			4.6	0		0.5	25.2	5.6	15.7	164.2	11.1	292.6
8					8.3	0		25.8		174.9	12.1	298.7
9						2.3	15.9	20.8	2.1	169.9	16.5	305.8
10	4.7	0			1.8	0	3.2	31.7	0.3	167.0	20.1	317.3
11					3.4	0	0.2	29.9	20.2	162.3	38.4	332.4
12					0.3	0	8.9	25.1	0.9	177.5	0.4	365.8
13					2.3	0	26.2	29.0	1.4	173.4	3.6	361.2
14			0.6	0				50.2	0.3	169.8	0.1	359.8
15			1.0	0	36.6	0		45.2	17.5	165.1	2.0	354.9
16					22.7	30.6	9.3	40.2	0.5	177.6	19.3	357.9
17			34.8	0	1.0	47.3	0.1	44.5		173.1	0.9	372.2
18				28.8	13.4	42.3	0.6	39.6	23.1	168.1	0.2	368.1
19			0.3	22.8		49.7	14.7	35.2		186.2		363.3
20			5.3	17.1	9.8	43.7	0.2	44.9	0.3	181.2		358.3
21	1.3	0		16.4	0.2	47.5		40.1	1.7	176.5	0.3	353.3
22				10.4		41.7	25.7	35.1	0.9	173.2	18.8	348.6
23			39.6	4.4	4.7	35.7	32.9	55.8	24.6	169.1	13.6	362.4
24				38.0	0.2	34.4	9.2	83.7	39.7	188.7	0.1	371.0
25				32.0		28.6	1.5	87.9		223.4		366.1
26				26.0	2.4	22.6	8.2	84.4	21.2	218.4		361.1
27			0.2	20.0	1.4	19.0	72.7	87.6	0.1	234.6	0.1	356.1
28			12.4	14.2		14.4	17.3	155.3	0.3	229.7		351.2
29				20.6		8.4	12.9	167.6	7.9	225.0	6.5	346.2
30	0.3	0		14.6		2.4	12.0	175.5	6.5	227.9	0.2	347.7
31				8.6			8.2	182.5	12.9	229.4		
Valeurs mensuelles	7.9	0	100.4	6.2	121.0	18.2	336.7	69.8	214.8	180.9	249.6	308.5

P = pluie moyenne journalière sur le bassin.

IH = indice d'humidité des sols.

Tableau n° 54.

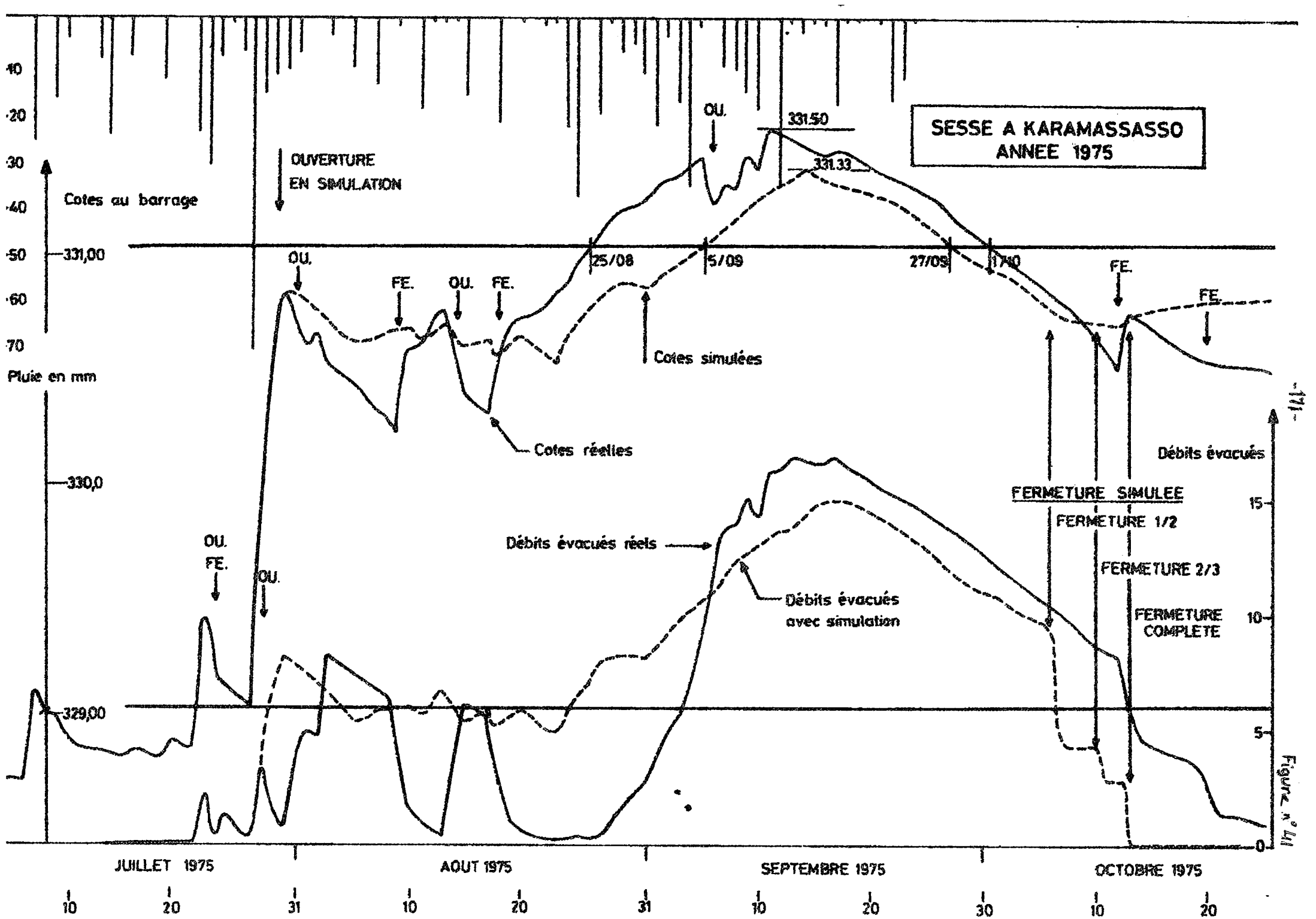
Simulation de gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO.

Jours	Cote amont m	Cote aval m	débit évacué m ³ /s	Surface du plan d'eau km ²	Hauteur évac. mm	Volume évac. Ve M m ³	Volume évacué VP M m ³	Volume des apports M m ³	Variation des réserves ΔV_3 M m ³	Manoeuvre des vannes
28/07/75	330.00	330.00	0	1	4.2	0.005	0	2.55	+ 3.445	ouverture complète
29	330.63	330.40	3	8.6	4.2	0.036	0.259	1.28	+ 0.980	
30	330.80	330.70	8	12.8	4.2	0.054	0.691	0.43	- 0.315	
31	330.77	330.70	8	12.0	4.2	0.050	0.691	0.41	- 0.331	
1/08/75	330.74	330.65	7.5	11.3	4.0	0.045	0.648	0.32	- 0.373	
2/08/75	330.70	300.61	7	10.3	4.0	0.041	0.605	0.35	- 0.296	
3/08	330.66	330.57	6.5	9.3	4.0	0.037	0.562	0.27	- 0.329	
4/08	330.62	330.54	6	8.3	4.0	0.033	0.519	0.22	- 0.332	
5/08	330.58	330.50	5.5	7.4	4.0	0.030	0.475	0.64	+ 0.135	
6/08	330.59	330.51	5.7	7.6	4.0	0.030	0.492	0.64	+ 0.118	
7/08	330.60	330.52	5.8	7.8	4.0	0.031	0.501	0.64	+ 0.108	
8/08	330.61	330.53	5.9	8.1	4.0	0.032	0.510	0.64	+ 0.098	
9/08	330.62	330.54	6.0	8.3	4.0	0.033	0.518	0.64	+ 0.089	
10/08	330.63	330.55	6.1	8.6	4.0	0.034	0.527	0.34	- 0.221	
11/08	330.60	330.52	5.8	7.8	4.0	0.031	0.501	0.73	+ 0.198	
12/08	330.62	330.54	6.0	8.3	4.0	0.033	0.518	0.73	+ 0.179	
13/08	330.65	330.57	6.5	9.3	4.0	0.041	0.562	0.28	- 0.323	
14/08	330.61	330.53	5.9	8.1	4.0	0.032	0.510	0.22	- 0.322	
15/08	330.57	330.50	5.5	7.1	4.0	0.028	0.475	0.62	+ 0.117	
16/08	330.58	330.51	5.6	7.3	4.0	0.029	0.484	0.62	+ 0.107	
17/08	330.59	330.52	5.8	7.6	4.0	0.030	0.501	0.17	- 0.361	
18/08	330.54	330.47	5.2	6.4	4.0	0.026	0.450	0.75	+ 0.274	
19/08	330.58	330.51	5.6	7.3	4.0	0.028	0.475	0.75	+ 0.247	
20/08	330.61	330.53	5.9	8.1	4.0	0.032	0.510	0.22	- 0.322	
21/08	330.57	330.50	5.5	7.1	4.0	0.028	0.475	0.21	- 0.293	
22/08	330.53	330.46	5.1	6.2	4.0	0.025	0.441	0.20	- 0.216	
23/08	330.50	330.44	5.0	5.5	4.0	0.022	0.432	1.22	+ 0.766	
24/08	330.60	330.52	5.8	7.8	4.0	0.033	0.501	1.22	+ 0.686	
25/08	330.67	330.58	6.5	9.6	4.0	0.038	0.562	1.22	+ 0.620	
26/08	330.73	330.64	7.0	11.0	4.0	0.044	0.605	1.22	+ 0.571	
27/08	330.78	330.71	8.0	12.3	4.0	0.049	0.691	1.22	+ 0.480	
28/08	330.82	330.73	8.1	13.3	4.0	0.053	0.700	1.22	+ 0.467	
29/08	330.84	330.74	8.2	13.9	4.0	0.056	0.709	0.68	- 0.085	
30/08	330.83	330.74	8.2	13.6	4.0	0.055	0.709	0.54	- 0.224	
31/08	330.82	330.73	8.1	13.3	4.0	0.053	0.700	1.59	+ 0.837	
1/09/75	330.86	330.78	8.8	14.4	2.5	0.036	0.760	1.59	+ 0.794	
2/09/	330.90	330.82	9.3	15.5	2.5	0.039	0.804	1.59	+ 0.747	
3/09	330.94	330.86	9.8	16.4	2.5	0.041	0.847	1.59	+ 0.690	
4/09	330.98	330.90	10.3	17.3	2.5	0.043	0.890	1.59	+ 0.657	
5/09	331.01	330.93	10.8	18.1	2.5	0.045	0.933	1.59	+ 0.612	
6/09	331.04	330.96	11.0	18.9	3.6	0.068	0.950	1.59	+ 0.572	
7/09	331.07	330.99	12.0	19.7	3.6	0.071	1.037	2.17	+ 1.062	
8/09	331.12	331.03	12.3	21.0	3.6	0.076	1.063	2.17	+ 1.031	
9/09	331.17	331.07	12.8	22.2	3.6	0.080	1.106	2.17	+ 0.984	
10/09	331.21	331.10	13.0	23.3	3.6	0.084	1.123	2.17	+ 0.963	
11/09	331.24	331.12	13.5	24	3.4	0.082	1.17	2.17	+ 0.918	
12/09	331.27	331.14	13.7	24.8	3.4	0.084	1.18	2.17	+ 0.906	

Tableau n° 54. (suite)

Simulation de gestion de l'ouvrage vanne de
KARAMASSASSO.

Jours	Cote amont m	Cote aval m	Débit évacué m ³ /s	Surface du plan d'eau km ²	Hauteur évap. mm	Volume évap. Ve M m ³	Volume évacué VP M m ³	Volume des apports M m ³	Variation des réserves ΔV M m ³	Manoeuvre des vannes
13/09/75	331.30	331.16	13.9	25.5	3.4	0.087	1.20	2.17	+ 0.883	
14/09	331.33	331.19	14.2	26.4	3.4	0.090	1.23	0.80	- 0.520	
15/09	331.31	331.24	14.8	25.8	3.4	0.088	1.28	0.62	- 0.748	
16/09	331.28	331.26	15.0	25.0	3.5	0.087	1.30	1.03	- 0.357	
17/09	331.27	331.25	15.0	24.5	3.5	0.086	1.30	1.03	- 0.356	
18/09	331.26	331.25	15.0	24.3	3.5	0.085	1.30	1.03	- 0.355	
19/09	331.25	331.24	14.8	24.3	3.5	0.085	1.28	0.92	- 0.445	
20/09	331.23	331.22	14.6	23.7	3.5	0.083	1.26	0.76	- 0.583	
21/09	331.21	331.20	14.4	23.3	3.2	0.075	1.25	0.72	- 0.605	
22/09	331.19	331.18	14.0	22.8	3.2	0.073	1.21	0.66	- 0.623	
23/09	331.16	331.15	13.6	22.0	3.2	0.070	1.18	0.64	- 0.610	
24/09	331.13	331.12	13.5	21.3	3.2	0.068	1.17	0.63	- 0.608	
25/09	331.10	331.09	13.0	20.5	3.2	0.066	1.12	0.59	- 0.596	
26/09	331.07	331.06	12.6	19.7	4.3	0.085	1.09	0.28	- 0.895	
27/09	331.02	331.01	12.1	18.3	4.3	0.079	1.05	0.25	- 0.879	
28/09	330.97	330.95	11.7	17.1	4.3	0.074	1.01	0.67	- 0.414	
29/09	330.95	330.93	11.4	16.7	4.3	0.072	0.985	0.62	- 0.437	
30/09	330.93	330.91	11.1	16.2	4.3	0.070	0.959	0.60	- 0.429	
1/10	330.90	330.88	10.8	15.5	4.3	0.067	0.933	0.51	- 0.490	
2/10	330.87	330.85	10.5	14.7	4.3	0.063	0.907	0.39	- 0.580	
3/10	330.84	330.81	10.1	13.9	4.3	0.060	0.873	0.36	- 0.573	
4/10	330.81	330.78	9.9	13.1	4.3	0.056	0.855	0.33	- 0.581	
5/10	330.77	330.75	9.7	12.0	4.3	0.052	0.838	0.29	- 0.600	
6/10	330.72	330.70	9.2	10.8	4.0	0.043	0.795	0.49	- 0.348	
7/10	330.69	330.66	4.4	10.1	4.0	0.040	0.380	0.45	+ 0.030	fermeture
8/10	330.69	330.66	4.4	10.1	4.0	0.040	0.380	0.37	- 0.050	1/2
9/10	330.68	330.65	4.4	9.8	4.0	0.039	0.380	0.39	- 0.029	
10/10	330.67	330.64	4.3	9.6	4.0	0.038	0.372	0.27	- 0.140	fermeture
11/10	330.65	330.62	2.8	9.05	4.9	0.044	0.242	0.30	+ 0.014	2/3
12/10	330.65	330.62	2.8	9.05	4.9	0.044	0.242	0.50	+ 0.214	
13/10	330.67	330.63	0	9.6	4.9	0.047	0	0.43	+ 0.383	fermeture
14/10	330.71	-	-	10.6	4.9	0.052	0	0.19	+ 0.138	complète
15/10	330.72	-	-	10.8	4.9	0.053	0	0.18	+ 0.127	
16/10	330.73	-	-	11.0	3.8	0.042	0	0.16	+ 0.118	
17/10	330.74	-	-	11.3	3.8	0.043	0	0.16	+ 0.117	
18/10	330.75	-	-	11.6	3.8	0.044	0	0.22	+ 0.176	
19/10	330.76	-	-	11.8	3.8	0.045	0	0.19	+ 0.145	
20/10	330.77	-	-	12.0	3.8	0.046	0	0.10	+ 0.054	
21/10	330.77	-	-	12.0	4.3	0.052	0	0.05	- 0.002	
22/10	330.77	-	-	12.0	4.3	0.052	0	0.09	+ 0.038	
23/10	330.78	-	-	12.3	4.3	0.053	0	0.07	+ 0.017	
24/10	330.78	-	-	12.3	4.3	0.053	0	0.05	- 0.003	
25/10	330.78	-	-	12.3	4.3	0.053	0	0.05	- 0.003	



ORSTOM

Direction Générale

24, rue Bayard. PARIS 8^e

Centre ORSTOM de Ouagadougou :

B.P. 182 — OUAGADOUGOU

République de Haute-Volta